# எளிய தமிழில்

# CAD/CAM/CAE

இரா. அசோகன்

# எளிய தமிழில் CAD/CAM/CAE

இரா.அசோகன்

ashokramach@gmail.com

உரிமை - CC-BY-SA கிரியேடிவ் காமென்ஸ். எல்லாரும் படிக்கலாம், பகிரலாம்.

பதிவிறக்கம் செய்ய - http://FreeTamilEbooks.com/ebooks/cad$_{c}$am$_{c}$ae

அட்டைப்படம் - லெனின் குருசாமி - gurulenin@gmail.com

மின்னூலாக்கம் - ஸ்டாலின் குருசாமி
- knightbharathi@gmail.com

கணியம் அறக்கட்டளை
(Kaniyam.com/foundation)

This Book was produced using
LaTeX + Pandoc

# மின்னூல் வெளியீடு

மின்னூல் வெளியீட்டாளர்: http://freetamilebooks.com

அட்டைப்படம்: லெனின் குருசாமி - guru-leninn@gmail.com

மின்னூலாக்கம்: ஸ்டாலின் குருசாமி - knightb-harathi@gmail.com

மின்னூலாக்க செயற்திட்டம்: கணியம் அறக்கட்டளை - kaniyam.com/foundation

# Ebook Publication

Ebook Publisher: http://freetamilebooks.com

Cover Image: Lenin Gurusamy - guruleninn@gmail.com

Ebook Creation: Stalin Gurusamy - knightb-harathi@gmail.com

Ebook Project: Kaniyam Foundation - kaniyam.com/foundation

பதிவிறக்கம் செய்ய - http://freetamilebooks.com/ebooks/cad_cam_cae

This Book was produced using LaTeX + Pandoc

# பொருளடக்கம்

1. கணினி ஒருங்கிணைந்த உற்பத்தி . . . . . 10
2. கணினி வழி வடிவமைப்பு (CAD) . . . . . . . . 21
3. லிபர்கேட் (LibreCAD) 2D . . . . . . . . . . . . . . 29
4. திட வடிவம் உருவாக்கும் உத்திகள் . . . . . 36
5. அளவுரு மாதிரியமைத்தல் (Parametric modelling) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 47
6. சால்வ்ஸ்பேஸ் (SolveSpace) 3D . . . . . . . . . 53
7. ஃப்ரீகேட் (FreeCAD) 3D . . . . . . . . . . . . . . 62
8. வடிவியல் கட்டுப்பாடு தீர்வி (Geometric constraint solver) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 73
9. CAD கோப்பு வகைகள் . . . . . . . . . . . . . . 80
10. எளிய வரைபடப் பயிற்சிகள் . . . . . . . . . . . 87
11. பாகங்களைத் தொகுத்துப் பார்த்தல் . . . . 93
12. பாகங்களைத் தொகுத்து இயக்கிப் பார்த்தல் (Motion simulation) . . . . . . . . . . . . 100

13. 2D வரைபடமா அல்லது 3D மாதிரியா? . . . . 106
14. வளைந்த மேற்பரப்பு (Curved surface) மாதிரியமைத்தல் . . . . . . . . . . . . . . . . . 115
15. ஓபன்ஸ்கேட் (OpenSCAD)  பௌலர்ஸ்டுடியோ (BowlerStudio) . . . . . . . . 123
16. பொறியியல் பகுப்பாய்வு (CAE) . . . . . . . . . 131
17. சிறுகூறு பகுப்பாய்வு (Finite Element Analysis – FEA) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 139
18. எண்சார்ந்த பகுப்பாய்வு (Numerical Analysis) 146
19. சிஎன்சி நிரல் இயற்றல் (Computer Aided Manufacturing – CAM) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 152
20. 2D உருவரைவிலிருந்து CNC நிரல் இயற்றல் 160
21. 3D CNC நிரல் இயற்றல் . . . . . . . . . . . . . . 168
22. பாகங்களின் பட்டியல் (Bill of Materials) . . . . 174
FREETAMILEBOOKS.COM . . . . . . . . . . . . . 181
கணியம் அறக்கட்டளை . . . . . . . . . . . . . . 200
நன்கொடை . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 208

# 1. கணினி ஒருங்கிணைந்த உற்பத்தி

நீங்கள் ஒரு தொழிற்சாலையில் வேலை செய்து வருகிறீர்கள் என்று வைத்துக் கொள்வோம். உங்களுக்கு ஒரு புது மாதிரியான மின்சார ஆட்டுக்கல் என்ற தோசை மாவு அரைக்கும் இயந்திரம் தயாரிக்கும் யோசனை வருகிறது. அதை நன்கு பகுப்பாய்வு செய்து உங்கள் நிறுவனத்தின் தலைவர்களுக்கு காட்சிப் படுத்துகிறீர்கள். அவர்களுக்கும் உங்கள் யோசனை பிடித்து விட்டது. இந்தத் தயாரிப்பை சந்தையில் நன்றாக விற்பனை செய்ய முடியும் என்று நம்புகிறார்கள். உங்கள் திட்டத்தில் முதலீடு செய்ய முன்வருகிறார்கள். இந்தத்

திட்டத்தின்படி உற்பத்திப் பொருள் தயார் செய்வதற்கு உங்களையே பொறுப்பாக நியமித்து செயல்படுத்த அனுமதி கொடுக்கிறார்கள்.

நீங்கள் வேறு ஒரு கருத்துருவையும் உங்கள் நிறுவனத்தின் முன்வைக்கிறீர்கள். முதலிலிருந்து கடைசி வரை எல்லா செயல்முறைகளையும் கணினியின் உதவியால் கூடியவரை தன்னியக்கமாக்குவது. இது முக்கியமாக செலவைக் குறைப்பதற்காக அல்ல. தரத்தை மேம்படுத்துவதற்காக மட்டுமல்லாமல் நிலைப்படுத்துவதற்காக (consistency). அதைவிட முதல் நிலையாக இது உற்பத்திப் பொருளை வடிவமைத்து, முன்மாதிரி தயாரித்து, சோதித்து, சரிசெய்து சந்தையில் வெளியீடு செய்ய எடுக்கும் சுழற்சி நேரத்தை (product development cycle) மிகவும் குறைப்பதற்காக.

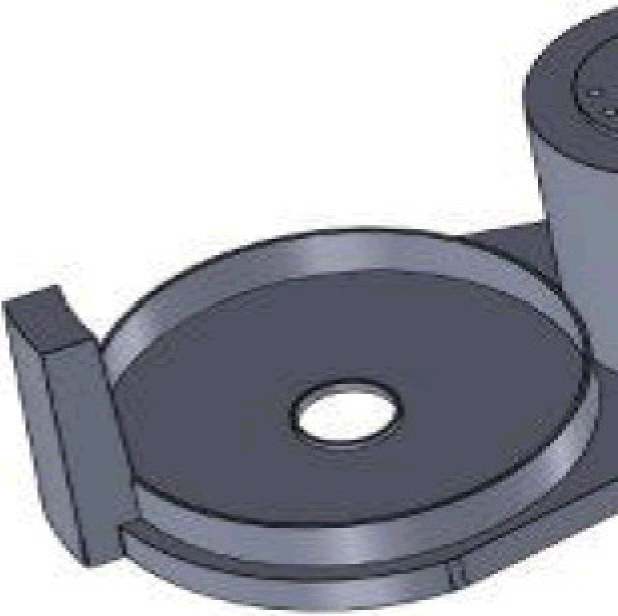
நீங்கள் அடுத்து செயல்படுத்தவேண்டிய திட்டத்தின் படிகள் என்ன?

**கணினி வழி வடிவமைப்பு (CAD – Computer Aided Design)**

கணினியில் இந்த தயாரிப்புப் பொருளை வடிவமைக்க சில மென்பொருட்கள் உள்ளன. இவற்றின் அம்சங்களையும் இவற்றை எவ்வாறு நிறுவி பயன்படுத்துவது என்பது பற்றியும் நமக்குத் தெரிய வேண்டும்.

**குறிப்பு**: வழக்கமாக CAD/CAM/CAE என்ற பெயரில் CAE க்கு முன்னால் CAM வருகிறது. ஆனால் முதலில் வடிவமைத்து, அடுத்து பொறியியல் பகுப்பாய்வு செய்து, தேவையான மாற்றங்களைச் செய்து, கடைசியாகத்தான் நிரல் இயற்ற வேண்டும்.

**கணினி வழி பொறியியல் பகுப்பாய்வு (CAE –**



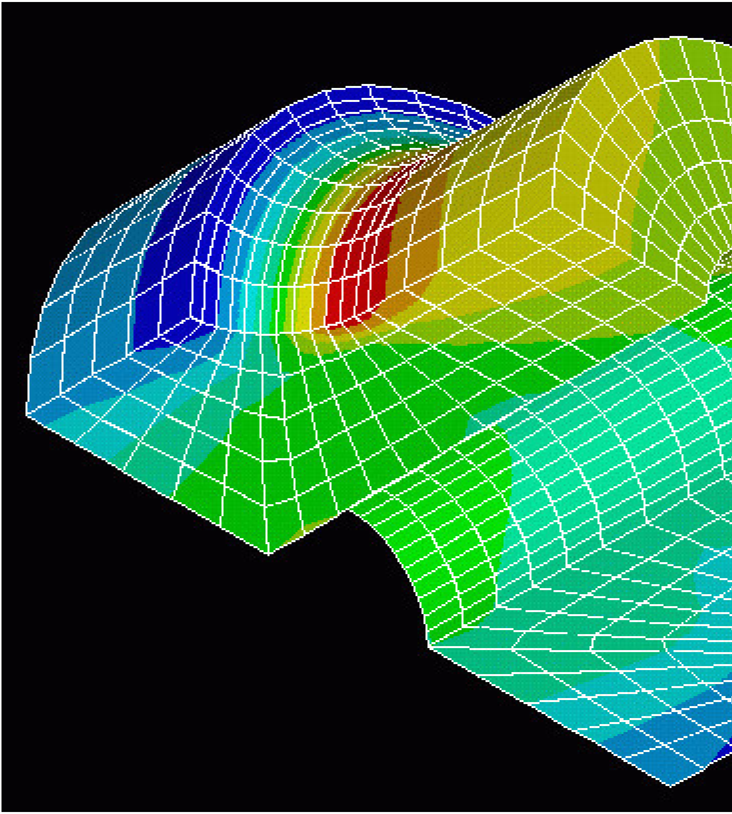
மாவு அரைக்கும் இயந்திரத்தின் அடிப்பாகம்

Computer Aided Engineering)

இந்த இயந்திரத்தின் பளு தாங்கும் பாகங்கள் எவை என்று முதலில் பார்க்க வேண்டும். சுழல் தண்டு (shaft) போன்ற பாகங்கள் ஓடும் போது வரும் பளுவினால் வளைந்து விடாமலும் உடைந்து விடாமலும் இருக்குமா என்று பொறியியல் பகுப்பாய்வு செய்து பார்க்க வேண்டும். இதற்கும் மென்பொருட்கள் உள்ளன.

**கணினி வழி கயெக நிரல் இயற்றல் (CAM – Computer Aided Manufacturing)**

**க**ணினி **எ**ண்ணிம **க**ட்டுப்பாட்டு (Computer Numerically Controlled – CNC) எந்திரங்களை அஃகுப்பெயராக (acronym) கயெக எந்திரங்கள் என்று கூறலாம். இந்தக் கயெக எந்திரங்களில் கச்சாப் பொருளிலிருந்து பாகங்களை வெட்டித் தயாரிக்க நமக்கு நிரல் தேவை. இந்த நிரலைக்



கையால் எழுதாமல் வடிவமைப்பிலிருந்து நேரடியாக நிரல் இயற்ற மென்பொருட்கள் உள்ளன.

## திறந்த மூல மென்பொருட்கள் (Open source software)

மேற்கண்ட மென்பொருட்களைப் பொறுத்தவரையில் உங்களுக்கு சந்தையில் இரண்டு தேர்வுகள் இருப்பதாகத் தெரிகிறது. ஒன்று வணிக மென்பொருட்களுக்கான இலவச மாதிரிகள். முக்கியமாக மாணவர்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு மட்டுமே இலவசமாகத் தருகிறார்கள். அதில் பழக்கமானபின் மிகவும் அதிக கட்டணம் கொடுத்து வாங்க வேண்டும். பல வணிக மென்பொருட்களுக்கு ஒவ்வொரு ஆண்டும் கட்டணம் கட்ட வேண்டும். இது குறு சிறு நிறுவனங்களுக்குக் கட்டுபடியாகாது. சிலர்

உரிமம் இல்லாமல் திருட்டு மென்பொருட்களைப் பயன்படுத்துவதாகத் தெரிகிறது. நாம் இங்கு அறிமுகம் செய்யும் திறந்த மூல மென்பொருட்கள் முழுவதும் இலவசம். ஆகவே செலவு எதுவும் இல்லை. உங்களால் முடிந்த அளவு இதைத் தயாரித்து வெளியிடும் சமூகத்திற்கு பங்களிக்கலாம். பயமும் குற்றவுணர்வுமின்றி உருப்படியான ஒரு நல்ல வேலை செய்த திருப்தியும் இருக்கும்.

### கைமுறையாகப் (Hands on) பயிற்சி

வேலைக்கு விண்ணப்பிக்கவும் நேர்முகத் தேர்விலும் குறிப்பிட்ட வணிக மென்பொருட்களில் அனுபவம் தேவை என்று கேட்கிறார்களே, என்ன செய்வது? கருத்துகளைக் கற்றுக் கொள்ளுங்கள் மற்றும் வெவ்வேறு கருவிகளைக் கொண்டு அந்த கருத்துகளைப் பயன்படுத்தவும்

கற்றுக்கொள்ளுங்கள். அதன் பின்னர் குறைந்த நேரத்தையும் முயற்சியையும் கொண்டு வேறொறு மென்பொருள் செயலியை எளிதாகக் கற்றுக்கொள்ளலாம். சான்றாக பிதுக்குதல் (Extrusion), சுழற்றுதல் (Revolve) போன்ற முப்பரிமாண வரைபடக் (3D CAD) கருவிகளைத் திறமையாகப் பயன்படுத்தக் கற்றுக்கொண்டால், பின்னர் எந்த வணிக மென்பொருளிலும் அதே வேலையைச் செய்ய விரைவாகத் தேர்ச்சி பெறலாம்.

**பின்குறிப்பு**: நம்முடைய தயாரிப்பில் பல பாகங்கள் நெகிழியில் (plastic) செய்ய வேண்டும். நெகிழி பாகங்கள் தயார் செய்ய அச்சு (mould) தேவை. அதிகமாகச் செலவு செய்து அச்சு தயார் செய்துவிட்டால் ஆயிரக்கணக்கில் நெகிழி பாகங்களைத் துரிதமாகவும், துல்லியமாகவும் தயார் செய்யலாம். ஆனால் நமக்கு முன் மாதிரி (prototype) செய்ய ஓரிரு பாகங்கள் மட்டுமே தேவை.

அதுவும் முன்மாதிரிகளை சோதனை செய்த பின் அனேகமாக சில மாற்றங்கள் தேவைப்படலாம். தயார் செய்த அச்சில் மாற்றங்கள் செய்வது மிகக்கடினமான வேலை. சில நேரங்களில் செய்யவே முடியாது. அந்த அச்சைத் தூக்கிப் போட்டுவிட்டு வேறு ஒரு அச்சு அதிக செலவில், அதிக நேரம் செலவிட்டுத் தயார் செய்ய வேண்டி வரலாம். இந்த இக்கட்டான பிரச்சினைக்கு என்ன தீர்வு? அச்சு இல்லாமல் முன் மாதிரிக்கு ஓரிரு பாகங்கள் விரைவாகச் செய்ய **முப்பரிமாண அச்சிடல் (3D Printing) அல்லது பொருள் சேர் உற்பத்தி (Additive Manufacturing)** மிகவும் வசதியான தீர்வாக இப்போது உருவாகியிருக்கிறது. இது பற்றி விரிவாகப் பார்க்க தனிக் கட்டுரைத்தொடர் தேவை.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. Analysis and Improvement of Quality in Wet Grinder Man
2. Dr.ing. Helge Larsen – FEM / CFD / FSI – IMAGES

# 2. கணினி வழி வடிவமைப்பு (CAD)

## எந்திரவியல் பொறியியலே நம் குவியம்

தொழில்முறை கட்டடக்கலை (architecture), பொறியியல் (engineering), அசைவூட்டம் (animation) மற்றும் வரைபட வடிவமைப்பு (graphic design) ஆகியவற்றிற்கு கணினி வழி வடிவமைப்பு மென்பொருள் ஒரு முக்கியமான கருவியாகும். எனினும் இக்கட்டுரைத் தொடரில் நம் குவியம் எந்திரவியல் பொறியியலில் தானிருக்கும் என்பதை நீங்கள் ஒருவாறாக யூகித்திருப்பீர்கள் என்று நினைக்கிறேன். மேலும் நம்முடைய எடுத்துக்காட்டுகள் பெரும்பாலும் கயெக கடைசல் எந்திரம் (CNC Lathe) அல்லது செங்குத்து துருவல்

மையம் (VMC – Vertical Machining Centre) இவற்றில் தயாரிக்கக்கூடிய பாகங்களாக இருக்கும்.

### உருவரைவும் வடிவமைப்பும் (Drafting and Design)

கணினிகள் புழக்கத்தில் வருவதற்கு முன்பு பொறிஞர்கள் (engineers) பளு (load), தகைவு (stress), தொய்வு (deflection) போன்ற கணிப்புகளைச் செய்து அடிப்படை வடிவமைப்பு (design) செய்வார்கள். ஆனால் பணிமனையில் பாகங்கள் செய்யவும், சந்தையில் ஆயத்த பாகங்கள் வாங்கவும் விவரமான வரைபடங்கள், பாகங்கள் பட்டியல், தேவைக் குறிப்புகள் (specifications) முதலியன தேவை. மேற்கண்ட வடிவமைப்புபடி வரைவாளர்கள் (draftsmen) உருவரைவு (drafting) செய்து மற்ற தேவையான விவரங்கள் அனைத்தையும் இட்டு நிரப்புவார்கள்.

கையால் வரைபடம் வரையும் அடிப்படைச் செயல்முறை

## 2D கணினி வழி உருவரைவு (Drafting) மென்பொருள்

மேற்கண்ட வேலைகள் அனைத்தையும் திறந்த மூல லிபர்கேட் (LibreCAD) 2D கணினி வழி வடிவமைப்பு மென்பொருளால் செய்ய முடியும். உருவரைவை அப்படியே அச்சடித்து பணிமனையில் கொடுத்து பாகங்கள் செய்து வாங்கவும் தோதானது.

லிபர்கேட் இலச்சினை

லிபர்கேட் பொதுவான 2D வரைதல் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்கிறது. இதன் பயனர் இடைமுகம் அடைசலில்லாமல் இருப்பதால்

தொடக்கநிலைப் பயிற்சிக்கும் ஏற்றது. இதில் செங்குத்து வீழல் என்ற வரித்தோற்றம் (orthographic view) தவிர சம அளவுத்தோற்றங்களையும் (isometric views) வரைய முடியும்.

## 3D கணினி வழி மாதிரி வடிவமைப்பு (Modeling) மென்பொருட்கள்

திறந்த மூல சால்வ்ஸ்பேஸ் (SolveSpace) எளிதாக நிறுவி பயன்படுத்தக் கூடியது. புதிதாக நீங்கள் 3D வடிவமைப்பு கற்றுக்கொள்ள வேண்டும் என்றால் இந்த மென்பொருளில் தொடங்குங்கள். உங்கள் நிறுவனத்துக்கு மிகச் சிக்கலான வடிவமைப்புகளைத் தயார் செய்ய வேண்டிய அவசியம் இல்லை என்றாலும் இந்த மென்பொருளைப் பயன்படுத்தலாம். இதில் பாகங்களை தொகுத்துப் (assembly) பார்ப்பதும் எளிது. ஆனால் விளிம்பு மழுக்கல் (chamfer)

ஓரப்பட்டி கட்டல் (fillet) போன்ற சில வேலைகள் செய்ய முடியாது.

ஆனால் உங்கள் நிறுவனத்துக்கு எந்த சிக்கலான 3D வடிவமைப்பையும் செய்யக்கூடிய, முழு அம்சங்களையும் கொண்ட மென்பொருள்தான் வேண்டுமென்றால் திறந்த மூல ஃப்ரீகேட் (FreeCAD) பயன்படுத்துங்கள். தொகுத்துப் (assembly) பார்க்க, அசைவூட்டம் செய்து (motion simulation) பார்க்க, புகைப்படம் போன்ற தோற்ற அமைப்பை உருவாக்க (photo-realistic rendering) போன்ற பல வேலைகளுக்கு வேலைமேசை (workbench) என்ற துணைக்கருவிகள் தனியாக உள்ளன. உங்கள் வேலைக்குத் தகுந்தவாறு வேலைமேசைகளை நிறுவிக்கொள்ளலாம்.

**உயர்நிலை 3D கணினி வழி மாதிரி வடிவமைப்பு (Modeling) மென்பொருள்**

ஃப்ரீகேட் இலச்சினை

ஓபன்ஸ்கேட் இலச்சினை

திறந்த மூல ஓபன்ஸ்கேட் (OpenSCAD) 3D மென்பொருளில் வழக்கமான ஊடாடும் (interactive) முறையில் வரைபடம் தயாரிக்க முடியாது. மாறாக வரைபடத்தின் விவரங்களை நிரலாக எழுத வேண்டும். நிரலை ஓட்டி, வரைந்த பாகங்களின் முன்னோட்டத்தைப் (preview) பார்க்கலாம். ஆனால் அந்த 3D தோற்றத்தில் சுட்டி மூலம் ஊடாடும் வகையில் அம்சங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கவோ மாற்றவோ முடியாது.

## எந்திரன் வடிவமைக்க சிறப்பு 3D CAD மென்பொருள்

பௌலர்ஸ்டுடியோ (BowlerStudio) ஒரு கணினி வழி வடிவமைப்பு மென்பொருள் மட்டுமல்ல. இது ஒரு எந்திரன் வடிவமைக்கத் தேவையான பல கருவிகள் உள்ளடக்கிய முழுத்தொகுப்பு. எனினும் நீங்கள் வடிவமைக்க விரும்பும் தயாரிப்பு ஒரு

எந்திரன் என்றால் இதிலுள்ள கணினி வழி வடிவமைப்பு செயலியைப் பயன்படுத்தலாம்.

மேற்கண்ட கணினி வழி வடிவமைப்பு மென்பொருட்கள் அனைத்தையும் பற்றி பின்வரும் கட்டுரைகளில் விவரமாகப் பார்க்கலாம்.

**நன்றி தெரிவிப்புகள்**

1. LibreCAD
2. FreeCAD
3. OpenSCAD

# 3. லிபர்கேட் (LibreCAD) 2D

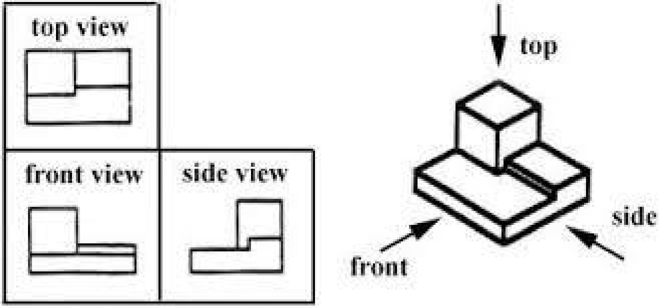
உபுன்டுவில் லிபர்கேட் நிறுவி, முதல் பயிற்சியாக மேலும் விவரங்களுக்கு சமீபத்தில் வெளியிடப்பட்ட, நூறு பக்கங்களுக்கும் மேற்பட்ட லிபர்கேட் 2.2 பயனர் கையேடு இங்கே காணலாம்.

**வரித்தோற்றம் (orthogonal view) மற்றும் சம அளவுத்தோற்றம் (isometric view)**

இந்த மென்பொருளில் படத்தில் இடது பக்கம் உள்ள செங்குத்து வீழல் என்ற வரித்தோற்றம் தவிர படத்தில் வலது பக்கம் உள்ள சம அளவுத்தோற்றங்களையும் வரைய முடியும்.

**துணைத் தொகுப்புகள் (Blocks)**

நம்முடைய வரைபடங்களில் சில துணை தொகுப்புகளை அடிக்கடி வரைய வேண்டி




வரித்தோற்றம் மற்றும் சம அளவுத்தோற்றம்

வருகிறது என்று வைத்துக் கொள்வோம். இவற்றைத் தனியாக துணை தொகுப்புகளாக சேமித்து வைத்துக் கொள்ளலாம். பின்னர் தேவையான இடங்களில் அப்படியே நுழைத்துக் கொள்ளலாம்.

துணைத் தொகுப்புகளைப் பலர் இணையத்தில் பகிர்ந்து கொண்டுள்ளனர். அவற்றில் சிலவற்றை இலவசமாகப் பதிவிறக்கம்

செய்யலாம். பொதுப்பொறியியலில் சாளரங்கள் மற்றும் கதவுகள் இம்மாதிரி பதிவிறக்கம் செய்து வீட்டுக்கான வரைபடத்தில் பல இடங்களில் திரும்பத் திரும்ப நுழைத்துப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.. எந்திரவியல் பொறியியலிலும் தலையணைத் தாங்கி (pillow block) போன்ற துணைத் தொகுப்புகளைப் பதிவிறக்கம் செய்து பயன்படுத்தலாம்.

## அடுக்குகள் (Layers)

பணிமனையில் உற்பத்திக்கு கொடுக்கவேண்டிய வரைபடங்களில் உருவரைவைத் தவிர அளவுகள், அவற்றுக்கான பொறுதிகள் (tolerances) மற்றும் உற்பத்திக்கான பல குறிப்புகள் கொடுக்க வேண்டியிருக்கும். ஆகவே உருவரைவு மிகவும் நெரிசலாக ஆகிவிடும். இம்மாதிரி நெரிசலான உருவரைவை

ஒழுங்குபடுத்த நாம் அடுக்குகள் என்ற அம்சத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக உருவரைவை ஒரு அடுக்கிலும், அளவுகளை மற்றொரு அடுக்கிலும், குறிப்புகளை மூன்றாவது அடுக்கிலும் வைக்கலாம். ஒவ்வொரு அடுக்குக்கும் வெவ்வேறு வண்ணங்களைப் பயன்படுத்தலாம். ஒரு அடுக்கில் வேலை செய்யும் பொழுது, இடைஞ்சல் இல்லாமல் இருக்க, மற்ற அடுக்குகளை மறைத்து வைக்கலாம். கடைசியாக அச்சடிக்கும் போது எல்லா அடுக்குகளையும் சேர்த்துக் கொள்ளலாம்.

## துல்லியமாக இடங்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல் (Snapping)

சுட்டியைப் பயன்படுத்தும் போது துல்லியமாக இடங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கும் திறனை இது வழங்குகிறது. கட்டத்தைப் பயன்படுத்தும் போது

பயனர்கள் உருபொருட்களில் அல்லது வரைபட இடத்தின் வெவ்வேறு இடங்களைத் தேர்ந்தெடுக்க பல்வேறு தேர்வு கருவிகள் கிடைக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கீழ்க்கண்டவற்றுக்கு ஆணைகள் உள்ளன:

- ஒரு கட்டத்தின் குறுக்குவெட்டைத் தேர்ந்தெடு.
- ஒரு கோட்டின் இறுதிப் புள்ளிகள், ஒரு வட்டத்தின் கால்வட்டங்கள், ஒரு புள்ளி ஆகியவற்றைத் தேர்ந்தெடு.
- ஒரு வட்டம் அல்லது நீள்வட்டத்தின் மையத்தைத் தேர்ந்தெடு.

## DWG கோப்பு வகைகளையும் திறக்க முடியும்

லிபர்கேட் உருவரைவுகளை சேமித்துவைக்க DXF என்ற கோப்பு வடிவத்தைப் பயன்படுத்துகிறது. இந்தக் கோப்பு வடிவம் திறந்த மூலம் மற்றும்

வணிக மென்பொருட்களிலும் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆகவே இந்தக் கோப்பு வகையை எந்தவொரு கணினி வழி வடிவமைப்பு மென்பொருளிலும் திறக்க முடியும்.

ஆனால் உங்களுக்கு சில சமயம் DWG கோப்பு வகை திறக்க வேண்டி நேரலாம். இது ஆட்டோகேட் (AutoCAD) வணிக மென்பொருளின் தனியுரிமக் கோப்பு வகை. ODA (Open Design Alliance) 1200 நிறுவனங்களை உறுப்பினர்களாகக் கொண்ட தொழில்நுட்ப இலாபநோக்கற்றக் கூட்டமைப்பு. சமீப காலங்களில் இந்தக் கோப்பு வகை பற்றிய விவரங்கள் ODA மூலமாகவும் கிடைக்கிறது. ஆகவே DWG கோப்பு வகைகளையும் லிபர்கேட் ஓரளவு திறக்க முடியும்.

### ODA கோப்பு மாற்றி (File Converter)

அப்படி ஒருக்கால் சில DWG கோப்புகளை

லிபர்கேட் திறக்க இயலாவிட்டால் ODA கோப்பு மாற்றியில் DXF கோப்பு வகையாக மாற்றிக் கொள்ளலாம். அதன்பின் அந்தக் கோப்பை லிபர்கேட் நேரடியாகத் திறக்க முடியும்.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. MIT OpenCourseWare course materials

# 4. திட வடிவம் உருவாக்கும் உத்திகள்

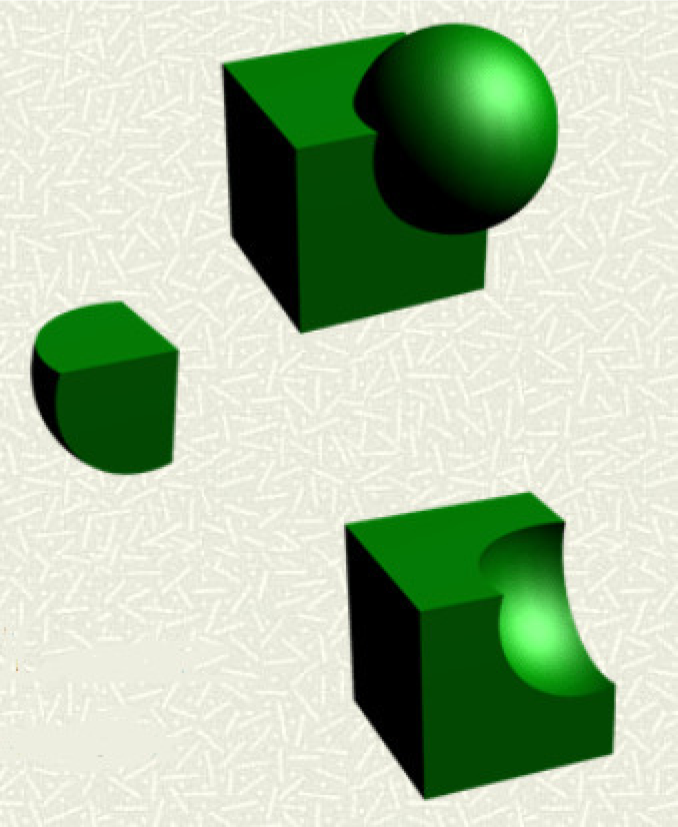
**திட வடிவ ஆக்கம் (Constructive solid geometry – CSG)**

நம்மிடம் கோளம், கூம்பு, உருளை, கனச்செவ்வகம், வடை வடிவம் (torus) போன்ற அடிப்படை வடிவங்கள் இருக்கின்றன என்று வைத்துக் கொள்வோம். இந்த அடிப்படை வடிவங்களை வைத்துச் சிக்கலான வடிவங்களை உருவாக்கும் வழிமுறைதான் திட வடிவ ஆக்கம்.

இந்த திட வடிவ ஆக்கத்தில் மூன்று வழிமுறைகள் உள்ளன. முதல் வழி இரு வடிவங்களைச் சேர்த்தல் (union). இவை மெய்நிகர்

வடிவங்கள் தானே. ஆகவே ஒன்றுக்குள் ஒன்று நுழையும். முதலில் நமக்குத் தேவையான அளவு ஒன்றுக்குள் மற்றொன்றை நுழைக்க வேண்டும். அடுத்து இவை இரண்டையும் சேர்க்கச் சொன்னால் நம் மென்பொருள் அதே இடத்தில் அவை இரண்டும் ஒன்றாக ஒட்டியது போல ஒரு புதிய வடிவத்தை உருவாக்கும்.

இரண்டாவது ஒரு வடிவத்தை மற்றொரு வடிவத்தால் குறுக்கே வெட்டுதல் (intersect). மேற்கண்டவாறே நமக்குத் தேவையான அளவு ஒன்றுக்குள் மற்றொன்றை நுழைக்க வேண்டும். அடுத்து இரண்டு வடிவங்களையும் குறுக்கேவெட்டச் சொல்ல வேண்டும். இப்பொழுது நம் மென்பொருள் ஒன்று மற்றதன் மேல் படிந்த பாகத்தை மட்டும் விட்டுவிட்டு மற்ற இரண்டு



திட வடிவ ஆக்கம் - சேர்த்தல், குறுக்கே வெட்டுதல், நீக்குதல்

தனியாக இருக்கும் பாகங்களையும் நீக்கி விடும்.

மூன்றாவது ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்தை நீக்குதல் (difference). மேற்கண்டவாறே நமக்குத் தேவையான அளவு ஒன்றுக்குள் மற்றொன்றை நுழைக்க வேண்டும். அடுத்து முதல் வடிவத்திலிருந்து இரண்டாம் வடிவத்தை நீக்கச் சொல்ல வேண்டும். நம் மென்பொருள் முதல் வடிவத்திலிருந்து இரண்டாம் வடிவத்தை வெட்டி எடுத்து விட்டது போல ஒரு புதிய வடிவத்தை உண்டாக்கும்.

## 2D வடிவத்திலிருந்து 3D மாதிரி உருவாக்கல்

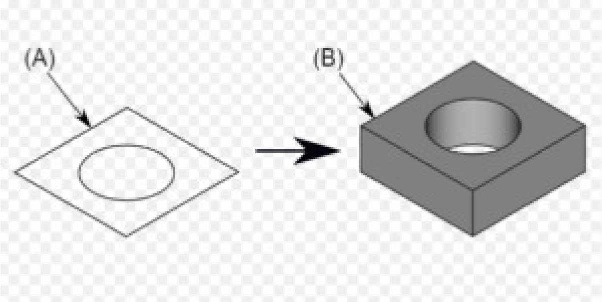
முதலில் 2D வடிவத்தை உருவாக்குங்கள். அதன் பின் அதை 3D வடிவமாக மாற்ற சில அடிப்படை வழிகள் உள்ளன.

பிதுக்கல் (extrude) என்பது மிகக் கடினமான சங்கதி அல்ல. இது முறுக்குப் பிழிவது போலவே

தான். நீங்கள் உருவாக்கிய 2D வடிவத்தில் துளையுள்ள தகடு இருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். முறுக்கு அச்சில் அதைப் போட்டு நேர் கோட்டில் முறுக்குப் பிழிந்தால் என்ன வடிவத்தில் வரும் என்று உருவகப்படுத்திப் பாருங்கள். நீளத்தைத் தேவையான அளவுக்கு வைத்துக் கொள்ளலாம். இதன் நீளத்தில் குறுக்கே எங்கு வெட்டினாலும் நீங்கள் தயாரித்த 2D வடிவம் கிடைக்கும். இதுதான் நேர் பிதுக்கல்.

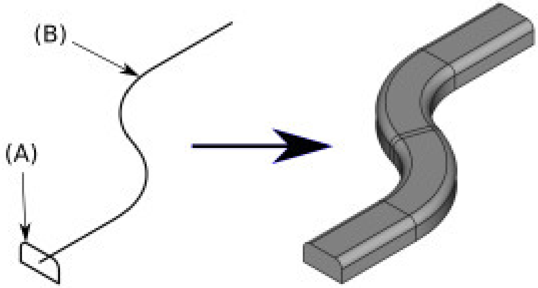
மேற்கண்ட பிதுக்கலையே நமக்குத் தேவையானவாறு வளைந்த கோட்டில் செய்ய முடியும். இதன் பெயர் வளைந்த பிதுக்கல் (Sweep).

சுழற்றல் (revolve) என்பதும் மிகக் கடினமான சங்கதி அல்ல. இது களிமண்ணில் குயவன் பூச்சட்டி செய்வது போலவே தான். தேவையான 2D வடிவத்தைத் தயார் செய்து கொள்ளுங்கள்.



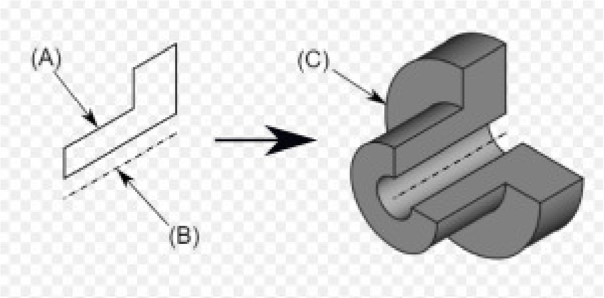

பிதுக்கல்

அதன் உள், வெளி, மேல், கீழ் பக்கத் தோற்றம் வருமாறு களிமண்ணை சக்கரத்தில் வைத்து சுழற்றிப் பிடியுங்கள். உங்களுக்குக் கிடைக்கும் உருளை வடிவம் தான் சுழற்றல். இதன் ஆரத்தில் எங்கு வெட்டினாலும் நீங்கள் தயாரித்த 2D வடிவம் கிடைக்கும். மேலும் இதை முழு சுழற்று, 360 பாகைகள், சுழற்ற வேண்டிய அவசியமில்லை. 3D மென்பொருட்களில் தேவையான பாகைகள்




வளைந்த பிதுக்கல்

மட்டுமே சுழற்றலாம்.

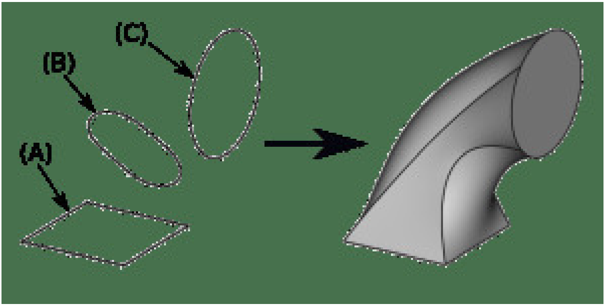



சுழற்றல்

மேற்கண்ட வடிவத்தைக் கடைசல் எந்திரத்தில் (lathe) தயாரிப்பதாகவும் உருவகிக்கலாம்.

தொடர்ச்சியான குறுக்குவெட்டு வடிவங்களைக் கொடுத்து ஒரு திட வடிவத்தை உருவாக்குவதை காற்றுக்குழல் (Loft) உத்தி என்று சொல்கிறார்கள். நீங்கள் குறைந்தது இரண்டு குறுக்குவெட்டு வடிவங்களைக் கொடுக்க

வேண்டும்.




காற்றுக்குழல்

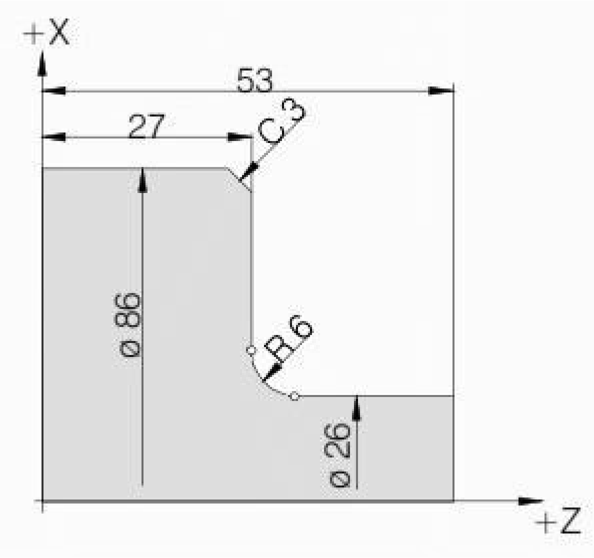
**வடிவத்தோற்ற மாற்றங்கள் (Transformations on shapes)**

உலோக பாகங்களில் வெளி விளிம்புகளை கூர்மையாக இல்லாமல் இருக்க மழுக்க வேண்டி இருக்கும். இதை விளிம்பு மழுக்குதல் (chamfer) என்று சொல்கிறோம். இதேபோல உள் ஓரங்களை செங்குத்தாக இல்லாமல் வட்டவடிவமாகவோ

அல்லது சாய்வாகவோ செய்துவிடுவது பொறியியல் நடைமுறை வழக்கம். இதை உள் விளிம்பு ஆரம் (radius) அல்லது உள் விளிம்புப்பட்டி (fillet) என்று சொல்கிறோம்.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்


1. Wikipedia – Constructive solid geometry
2. Freecad Documentation
3. ResearchGate – Chamfer and radius




விளிம்பு மழுக்குதல் மற்றும் உள் விளிம்பு ஆரம்

# 5. அளவுரு மாதிரியமைத்தல் (Parametric modelling)

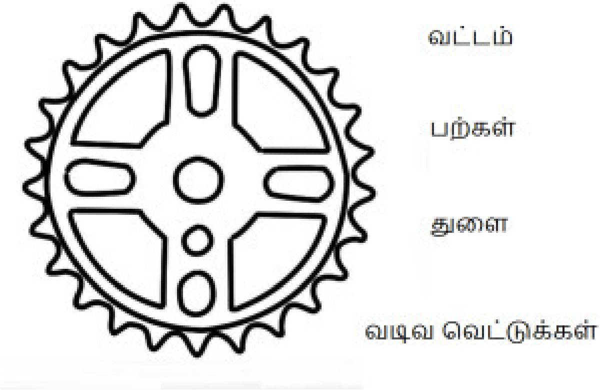
## நேரடி மாதிரியமைத்தல் (Direct modelling)

நாம் ஒரு சிக்கலான வடிவத்தைப் பல படிகளில் உரு மாற்றங்கள் செய்து தயாரித்து முடித்திருக்கிறோம் என்று வைத்துக் கொள்வோம். இதை சேமித்து வைப்பதன் முக்கிய நோக்கம் இந்தக் கோப்பைத் திறந்து திரும்பவும் இந்த வடிவத்தை உருவாக்க இயல வேண்டும். இதை சேமித்து வைக்க நாம் இரண்டு விதமான உத்திகளைக் கையாளலாம். முதல் வழி நமக்குக் கடைசியாக கிடைத்த வடிவத்தை மட்டும் அப்படியே சேமித்து வைப்பது. இதை நேரடி மாதிரியமைத்தல் (Direct modeling) என்று சொல்கிறார்கள்.

**வரலாறு அடிப்படை (History**ased) மற்றும் அம்சங்கள் அடிப்படை (Feature**ased) மாதிரியமைத்தல்**

மற்றொன்று நாம் எந்த வடிவத்தில் தொடங்கினோம், என்னென்ன நடவடிக்கைகள் செய்து இந்தச் சிக்கலான வடிவத்துக்கு வந்து சேர்ந்தோம் என்ற படிமுறைகளைச் சேமித்து வைப்பது. இதை அம்சங்கள் அடிப்படை (Feature**ased) என்றும் வரலாறு அடிப்படை (History**ased) என்றும் சொல்கிறார்கள்.

எடுத்துக்காட்டாக நாம் ஒரு மிதிவண்டியின் மிதியில் (pedal) உள்ள பெரிய பற்சக்கரம் (sprocket) வடிவமைக்கிறோம் என்று வைத்துக் கொள்வோம். முதலில் ஒரு வட்டத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். அதன் வெளிப்பக்கத்தில் பற்கள் தேவை. அடுத்து மையத்தில் ஒரு துளை. துளையைச் சுற்றிலும்




அம்சங்கள் அடிப்படை

எடையைக் குறைக்க வடிவ வெட்டுக்கள் (cut-outs).

## அளவுரு மாதிரியமைத்தல் (Parametric modelling)

இம்மாதிரி படிமுறைகளைச் சேமித்து வைப்பதில் ஒரு வசதி என்னவென்றால் நாம் மாறிகளை (variables), அதாவது அளவுருக்களைப் பயன்படுத்தலாம். மேற்கண்ட வடிவத்தில், எடுத்துக்காட்டாக, நாம் விட்டத்தை ஒரு அளவுருவாக (parameter) வைத்துக் கொள்ளலாம். துளையின் அளவை நேரடியாகக் கொடுக்காமல் விட்டத்தின் அளவில் 7 விழுக்காடுகள் என்று சொல்லலாம். இதேபோல விட்டத்தின் அளவைப் பொருத்து பற்களின் எண்ணிக்கையையும் வைக்கலாம்.

அடுத்து சிறுவர்களுக்கான ஒரு மிதிவண்டி பற்சக்கரம் வடிவமைக்க வேண்டும் என்று வைத்துக் கொள்வோம். நாம்

ஒவ்வொரு அளவையும் தனித்தனியாக மாற்றிக்கொண்டிராமல் விட்டத்தை மட்டும் குறைத்தால் மற்ற எல்லாமே அதற்குத் தகுந்தவாறு குறைந்துவிடும். இதைத்தான் அளவுரு மாதிரியமைத்தல் (Parametric modelling) என்று சொல்கிறார்கள்.

## அளவுரு மாதிரிகள் வெறும் படம் மட்டுமல்ல

நேரடி மாதிரிகளில் (Direct models) நாம் சேமித்து வைப்பது வெறும் படத்தை மட்டுமே. இவற்றை “புத்திசாலித்தனம் இல்லாத” (dumb) மாதிரி என்றும் சொல்கிறார்கள். இம்மாதிரியான நேரடி மாதிரிகளிலும் மாற்றங்கள் செய்ய முடியும்.

ஆனால் அளவுரு மாதிரிகளில் நாம் படத்துடன் சில அளவுருக்களையும் (parameters), கட்டுப்பாடுகளையும் (constraints), உறவுமுறைகளையும் (relationships) சேர்த்து

சேமித்து வைக்கிறோம். ஆகவே மாதிரியில் ஒரு இடத்தில் மாற்றினால் அதற்குத் தகுந்த முறையில் மற்ற இடங்களிலும் தேவையான மாற்றங்கள் செய்து கொள்ளும். இதையே “புத்திசாலித்தனம் உள்ள” (intelligent) மாதிரி என்று சொல்கிறார்கள். அந்தந்த மென்பொருளின் தன்னகக் கோப்பு வடிவத்தில்தான் (Native file format) இம்மாதிரி “புத்திசாலித்தனம் உள்ள” மாதிரிகளை சேமித்து வைக்க முடியும். ஆனால் நீங்கள் ஒரு மென்பொருளிருந்து எந்தவொரு வேலைக்காகவும் DXF, STEP மற்றும் வேறு எந்தக் கோப்பு வடிவிலும் ஏற்றுமதி செய்தால் அந்த “புத்திசாலித்தனம்” போய்விடும். வெறும் படத்தை மட்டுமே ஏற்றுமதி செய்யும்.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்

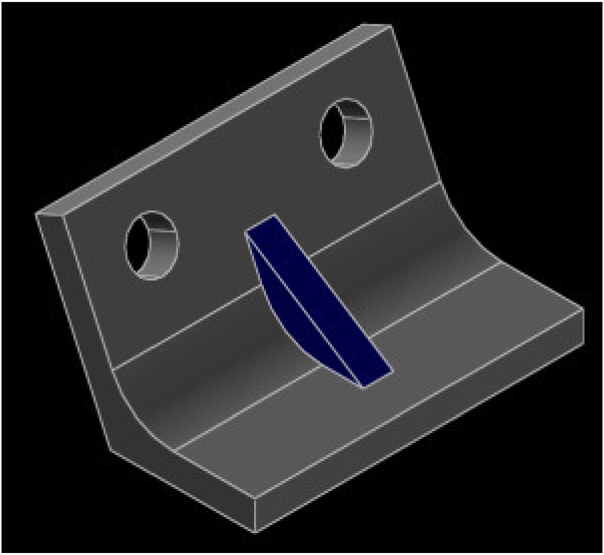
1. Space Claim | Solly Labs

# 6. சால்வ்ஸ்பேஸ் (SolveSpace) 3D

### எளிதாக நிறுவி இயக்க முடியும்

சால்வ்ஸ்பேஸ் 3D என்பது அளவுரு மாதிரியமைத்தல் (parametric modeling) கட்டற்ற திறந்தமூல மென்பொருள். இது விண்டோஸ், லினக்ஸ் மற்றும் மேக் கணினிகளில் இயங்குகிறது. விண்டோஸ் கணினிகளில் நிறுவ வேண்டிய அவசியம் கூட இல்லை. EXE கோப்பு அப்படியே ஓடும். இது சிறிய கோப்பு ஆகையால் உங்கள் கணினியில் அதிக இடத்தையும் எடுத்துக் கொள்ளாது.

தொடக்கப்பயிற்சியாக ஒரு கோணத்தாங்கி (angle bracket) வரையும் படிமுறைகள்



கோணத்தாங்கி

இங்கே உள்ளன. சால்வ்ஸ்பேஸ் குறிப்புதவிக் கையேடு
இங்கு உள்ளது. மேலும் சில எளிதான பயிற்சிகள் இங்கே உள்ளன.

## கோப்பு வகைகள்

சால்வ்ஸ்பேஸ் மென்பொருளின் தன்னகக் கோப்பு வடிவம் (Native file format) SLVS. இதில் வடிவத்தை உருவாக்கி எஸ் டி எல் (STL) கோப்பு வகையாக ஏற்றுமதி செய்து முப்பரிமாண அச்சிடல் (3D Printing) எந்திரங்களில் பயன்படுத்தலாம். மேலும் ஸ்டெப் (STEP) கோப்பு வடிவமாக ஏற்றுமதி செய்து மற்ற 3D மாதிரி அமைக்கும் மென்பொருட்களில் இறக்குமதியும் செய்ய முடியும்.

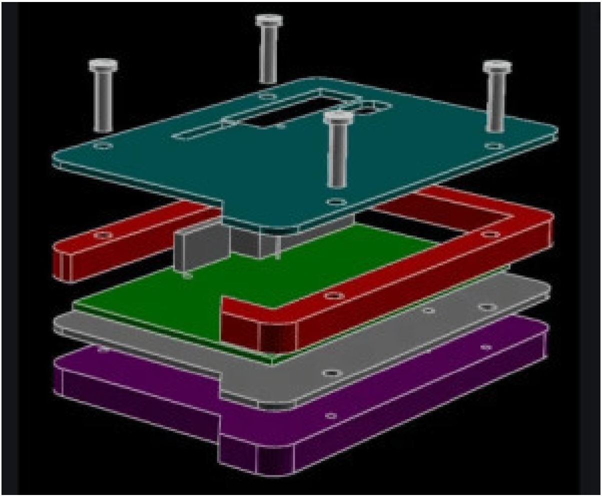
## பாகங்களைத் தொகுத்துப் பார்க்கும் வசதி

நாம் பாகங்களைத் தொகுத்துப் பார்க்கும்போது அவற்றிற்கிடையில் சில அசைவுகள் அனுமதிக்கப்படும். மற்ற பல

அசைவுகள் கட்டுப்படுத்தப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு சுழல்தண்டை தாங்கிக்குள் தொகுத்தால் அது சுழல முடியும். ஆனால் மற்ற கோணங்களில் திரும்ப இயலாது. சால்வ்ஸ்பேஸ் மென்பொருளில் பாகங்களை தொகுத்துப் பார்க்கும்போது கீழ்கண்டவாறு பல கட்டுப்பாடுகளை அமைக்க இயலும்:

- ஒன்றியமைவு (Coincident)
- திசையமைவு (Orientation)
- இணையமைவு (Parallel)
- தூரம் (Distance)
- கோணம் (Angle)
- கிடைநிலை (Horizontal) அல்லது செங்குத்து (Vertical)

**கண்ணி (mesh) மற்றும் வளைந்த மேற்பரப்பு**



சால்வ்ஸ்பேஸ் தொகுப்பு

(NURBS surface)

சட்னி அரைக்கும் எந்திரம் (mixie), முடியுலர்த்தி (hair drier) போன்ற தயாரிப்புகளில் மேற்பரப்பு வளைந்த வடிவில் இருக்கும். இவை கோளம், உருளை போன்ற அடிப்படை வடிவங்களாக இல்லாமல் சிக்கலான வளைந்த மேற்பரப்புகளாக இருக்கும். சால்வ்ஸ்பேஸ் மென்பொருளில் இவற்றை வரைய கண்ணி மற்றும் வளைந்த மேற்பரப்பு ஆகிய இரண்டு உத்திகள் உள்ளன. கண்ணி என்பது வலை போன்ற சிறிய முக்கோணங்கள் அல்லது நாற்கோணங்களால் (quadrilateral) ஆனது. இம்மாதிரி இல்லாமல் வளைந்த மேற்பரப்பு என்பது வழுவழுப்பாகவே இருக்கும். ஆனால் கணித ரீதியாக வரையறுக்கக் கூடியது. ஆகவே கணினியில் சேமித்து வைக்கவும் திரும்பவும் பெறவும் வசதியானது. மேலும் எளிதாக உருவாக்கவும் மாற்றங்கள் செய்யவும்

முடியும். இவற்றைப்பற்றி மேலும் விவரங்களைப் பின்னொரு கட்டுரையில் பார்ப்போம்.

## பாணியும் (style) அதை விருப்பமைவு செய்தலும்

இதில் அடுக்குகள் (layers) போன்ற அம்சங்கள் கிடையாது. ஆனால் பாணிகள் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு கோட்டின் தடிமனையும் நிறத்தையும் நேரடியாக மாற்றுவது சாத்தியமல்ல. ஆனால் நாம் அந்தக் கோட்டின் பாணியை மாற்றலாம். தேவைப்பட்டால் ஒரு விருப்பமைவு பாணியை (custom style) உருவாக்கியும் அந்தக் கோட்டுக்கு அமைக்கலாம்.

## சால்வ்ஸ்பேஸ் செய்ய இயலாத வேலைகள்

ஒரு CAD மென்பொருளில் தயாரித்த வரைபடத்தை மற்றொரு CAD மென்பொருளில் திறக்க STEP என்ற கோப்பு வகை பரவலாகப்

பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆனால் சால்வ்ஸ்பேஸ் STEP கோப்புகளை இறக்குமதி செய்ய இயலாது. இதே போல DXF கோப்பு வகைகளையும் ஓரளவுதான் இறக்குமதி செய்ய முடியும். முக்கியமாக இணையத்தில் பகிரப்பட்ட இலவசமாக பதிவிறக்கம் செய்யக்கூடிய துணைத் தொகுப்புகளை இறக்குமதி செய்ய இயலாது. இது பெரிய குறைபாடுதான்.

மேலும் நாம் திட வடிவம் உருவாக்கும் உத்திகளில் வளைந்த பிதுக்கல் (Sweep) என்று ஒன்று பார்த்தோம். இதுதான் மரை வடிவங்களை உருவாக்கப் பயன்படுகிறது. இதையும் செய்ய இயலாது. மற்றும் விளிம்பு மழுக்குதல் (edge chamfer), விளிம்பு ஆரம் (ra-dius) , விளிம்புப்பட்டி (fillet) ஆகியவற்றையும் செய்ய இயலாது. இவை தவிர நாம் திட வடிவம் உருவாக்கும் உத்திகள் கட்டுரையில் பார்த்த

அனைத்து வழிமுறைகளையும் பயன்படுத்த முடியும்.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. TUTORIAL: DRAWING AN ANGLE BRACKET
2. How to install solvespace on openSUSE

# 7. ஃப்ரீகேட் (FreeCAD) 3D

சால்வ்ஸ்பேஸ் செய்யும் எல்லா வேலைகளையும் ஃப்ரீகேட் செய்ய முடியும். இது தவிர மேலும் பல வேலைகளையும் செய்ய முடியும்.

**ஃப்ரீகேட் பணிமேடைகள் (workbenches)**

உங்கள் பட்டறையில் மர வேலையும் உலோக வேலையும் செய்கிறீர்கள் என்று வைத்துக்கொள்வோம். மர வேலைக்கு வாள் (saw), இழைப்புளி (planer), உளி (chisel) போன்ற கருவிகள் கொண்ட ஒரு பணிமேடை தனியாக வைத்திருப்பீர்கள். மற்றொரு பணி மேடையில் பணை (anvil), நிலையிடுக்கி (vice), அரம் (file) போன்ற கருவிகள் உலோக வேலைக்கு வைத்திருப்பீர்கள் அல்லவா?

இதுபோலவே ஃப்ரீகேட் மென்பொருளில் 2D, 3D, இயந்திரவியல் (mechanical engineering), கட்டடக்கலை (architecture), எந்திரன் அசைவுகள் (robot movements) போன்ற பல துறைகளுக்கு வடிவமைப்புகள் செய்யமுடியும். இம்மாதிரி ஒவ்வொரு வேலையும் செய்யக்கூடிய அதற்கான பொத்தான்கள், பட்டிகள் மற்றும் பிற இடைமுகக் கருவிகளின் குழுக்கள் கொண்ட பணி மேடைகள் உள்ளன. ஆகவே நாம் வேலை தொடங்கும் முன் நமக்குத் தேவையான பணி மேடையைத் தேர்வு செய்ய வேண்டும். நம்முடைய இயந்திரவியல் பாகங்கள் வடிவமைப்புக்குத் தோராயப் படவரைவி பணிமேடை (Sketcher workbench) மற்றும் பாகம் வடிவமைப்புப் பணிமேடை (Part Design workbench) இரண்டும் முக்கியமானவை. ஆகவே இவற்றை முதலில் பார்ப்போம்.

**தோராயப் படவரைவி பணிமேடை (Sketcher**

**workbench)**

ஒரு 2D வடிவத்தை இந்தப் பணி மேடையில் முதலில் உருவாக்குவோம். அடுத்துவரும் பாகம் வடிவமைப்புப் பணி மேடையில் இதிலிருந்து திட வடிவம் உருவாக்குவதுதான் நம்முடைய நோக்கம். முதலில் தோராயமாகப் படம் வரைந்து அதில் கட்டுப்பாடுகளை அமைத்து நமக்குத் தேவையான துல்லியமான 2D வடிவங்களை உருவாக்குவது எப்படி என்று அடுத்த கட்டுரையில் விவரமாகப் பார்ப்போம்.

## பாகம் வடிவமைப்புப் பணிமேடை (PartDesign workbench)

பாகம் வடிவமைப்புப் பணிமேடை சிக்கலான இயந்திர பாகங்கள் வடிவாக்கம் செய்து, உற்பத்திக்கு அனுப்ப எல்லா வசதிகளும் கொண்டுள்ளது. தோராயப் படவரைவி

பணிமேடையில் நாம் உருவாக்கிய 2D வடிவங்களை எடுத்து பிதுக்கல் அல்லது சுழற்றல் செய்து அதிலிருந்து திட வடிவத்தை இதில் உருவாக்குவோம். மேலும் நாம் ஏற்கனவே உருவாக்கிய திட வடிவங்களில் இடைப் பள்ளங்கள் (pockets), முகடுகள் (ridges) மற்றும் பிதுக்கல்களையும் 2D வடிவங்களை வைத்து உருவாக்குவோம்.

**மற்ற சில பணி மேடைகள்**

நாம் திட வடிவ ஆக்கம் (Constructive solid geometry – CSG) பற்றிய கட்டுரையில் இரு வடிவங்களைச் சேர்த்தல் (union), ஒரு வடிவத்தை மற்றொரு வடிவத்தால் குறுக்கே வெட்டுதல் (intersect), ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்தை நீக்குதல் (difference) போன்ற வழிமுறைகளைப் பற்றிப் பார்த்தோம். **பாகம் பணி மேடையில் (Part Work-**

**bench**) இந்த வேலைகளை எல்லாம் செய்ய முடியும்.

**வரைவுப் பணிமேடை (Draft Workbench)** அடிப்படை 2D CAD வரைவுப் பணிகளைச் செய்வதற்கான கருவிகளை வழங்குகிறது. கோடுகள், வட்டங்கள் போன்றவை மற்றும் நகர்வு, சுழற்சி அல்லது அளவீடு போன்ற பொதுவான எளிமையான கருவிகளும் உள்ளன. இது கட்டத்துடன் ஒழுங்குபடுத்துதல் (snap to grid) போன்ற பல வரைபட உதவிகளையும் வழங்குகிறது.

**வரைபடப் பணிமேடை (Drawing Work-bench)** 2D வரைதல் தாள்களின் உருவாக்கம் மற்றும் கையாளுதலை வரைதல் பணிமேடை கையாளுகிறது, இது உங்கள் 3D வேலையின் தோற்றங்களை 2D யில் காண்பிக்க பயன்படுகிறது. இந்த தாள்களை எஸ்.வி.ஜி அல்லது டி.எக்ஸ்.எஃப்

வடிவங்களில் 2D பயன்பாடுகளுக்கு, ஒரு PDF கோப்பாக சேமிக்கலாம் அல்லது அச்சிடலாம்.

வளைந்த பரப்புகளை உருவாக்க பலகோண கண்ணிகளுடன் (polygon meshes) வேலை செய்ய **கண்ணி பணிமேடை (Mesh Workbench)** வழி செய்கிறது.

நிழல் படம் போன்ற தோற்ற அமைவுக்கு (photorealistic rendering) போவ்-ரே (POV-Ray) அல்லது லக்ஸ்ரெண்டர் (LuxRender) போன்ற வெளிக் கருவிகளையே பயன்படுத்த வேண்டும். **ஒளிப்பாதை வரைதல் பணிமேடை (Raytracing Workbench)** இதற்கான இடைமுகக் கருவிகளை வழங்குகிறது.

## வெளிப் பணிமேடைகள் (External workbenches)

இவை ஃப்ரீகேட் சமூக உறுப்பினர்களால் உருவாக்கப்பட்டவை. இவை ஃப்ரீகேட்

மென்பொருளுடன் நீட்சி நிரல்களாக நிறுவக்கூடியவை.

2D வரைவுகளில் நேரடியாக வேலை செய்வதற்கும் பரிமாணங்கள், சிறுகுறிப்புகள் மற்றும் பிற தொழில்நுட்ப சின்னங்களை சேர்க்கவும் பல கருவிகளை **வரைவு அளவு குறித்தல் (Drawing Dimensioning) பணிமேடை** வழங்குகிறது.

திருகுகள் (screws), மரையாணிகள் (bolts), அடை வில்லைகள் (washers) மற்றும் மரைவில்லைகள் (nuts) போன்ற பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் ஆயத்தப் பொருட்களை **இணைப்பான் (Fasteners) பணிமேடை** வழங்குகிறது.

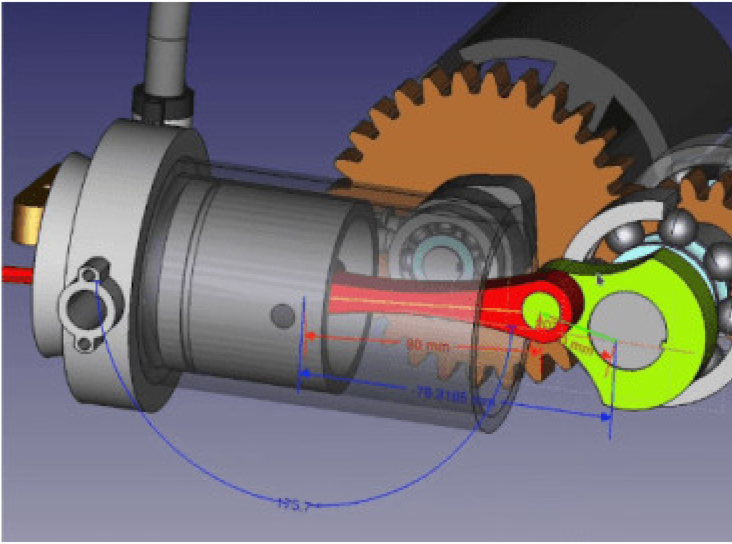
**அசைவூட்டம் (Animation) பணிமேடை**

நாம் வடிவமைத்த பாகங்களைத் தொகுத்து அசைவூட்டம் செய்து பார்க்க இந்தப்

பணிமேடையைப் பயன்படுத்தப்படலாம். இது படங்களின் வரிசையை உருவாக்குகிறது. பின்செயலி (post processor) மூலம் நீங்கள் ஒலி, துணையுரைகள் முதலியன சேர்க்கலாம், காணொளியை உருவாக்கலாம்.

## எந்திரன் பாவனையாக்கல் (Robot simulation)

தொழில்துறையில் எந்திரன் கை (Robotic arm) பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தானியங்கி எந்திரங்களில் கச்சாப் பொருட்களை ஊட்டல் (machine tending), தயாரான பாகங்களை எடுத்து வைத்தல் (pick and place), வர்ணம் பூசுதல், தொகுத்தல் போன்ற பல வேலைகளைச் செய்கிறது. ஒரு எந்திரனை வாங்கும் முன், இம்மாதிரி ஒரு வேலைக்கு அமைக்கும் முன் நாம் அதை பாவனையாக்கிப் பார்த்தால் அதில் உள்ள நெளிவு சுளிவுகள் தெரியவரும். இதில் ஏதேனும்



ஃப்ரீகேட் அசைவூட்டம்

பிரச்சினை இருந்தால் நாம் முன்கூட்டியே தெரிந்து கொண்டு தீர்வு காணலாம். ஃப்ரீகேட் எந்திரன் பணிமேடை இந்த வேலை செய்ய உதவுகிறது.

## பயனர் கையேடு மற்றும் பயிற்சிகள்

அதிகாரப்பூர்வ ஃப்ரீகேட் ஆவணங்கள் விக்கி வடி

ஆனால் நீங்கள் ஃப்ரீகேட் புதிதாகக் கற்றுக் கொள்ளப் போகிறீர்கள் என்றால் இந்தக் கையேடு அதற்குத் தோதானது. இதன் படிப்படியான அணுகுமுறையும் எடுத்துக்காட்டுகள் மூலம் பயிற்சியும் உங்களுக்குப் பயனுள்ளதாக இருக்கும். இந்தக் கையேட்டின் உள்ளடக்கங்களுக்கான இணைப்புகள் இதன் வலப்பக்கத்தில் உள்ளன. மேலும் ஃப்ரீகேட் 0.18 வெளியீட்டுக்கான பயிற்சிக் காணொளிகள் பல யூடியூபில் உள்ளன.

## கோப்பு வகைகள்

ஃப்ரீகேட் மென்பொருளின் தன்னகக் கோப்பு

வடிவம் (Native file format) FCStd. ஆனால் எல்லா விதமான கோப்புகளையும் இறக்குமதியும் ஏற்றுமதியும் செய்ய முடியும். இம்மாதிரி இறக்குமதி ஏற்றுமதி செய்யக்கூடிய கோப்பு வகைகள்

**நன்றி தெரிவிப்புகள்**

1. FreeCAD animation how to – Jose Gabriel Egas Ortu�o

# 8. வடிவியல் கட்டுப்பாடு தீர்வி (Geometric constraint solver)

வழக்கமாக நாம் 2D வரித்தோற்றம் (orthogonal view) உருவரைவுகள் செய்யும்போது வரைபலகையில் கையால் வரைவது போலவே வரைவோம். அதாவது கோடுகளைத் தேவையான துல்லியமான அளவில் தேவையான திசையிலேயே வரைவோம். ஏனெனில் நம்முடைய நோக்கம் அந்தப் படத்தை வரைந்து, அளவுகள் காட்டி, அச்சிட்டுப் பணிமனையில் உற்பத்தி செய்யக் கொடுக்க வேண்டும்.

**தோராயமாக வரைந்து கட்டுப்பாடு அமைத்தல்**

(Constraint Sketching)

திட வடிவங்களை உருவாக்குவதற்கு நாம் பெரும்பாலும் 2D வடிவங்களிலேயே தொடங்க வேண்டும். ஏனெனில் இயந்திரவியல் பாகங்களை பெரும்பாலும் 2D வடிவங்களைப் பிதுக்கியும், சுழற்றியும்தான் உருவாக்க முடியும். இம்மாதிரி 2D வடிவங்களை மேற்கண்டவாறு துல்லியமாக வரைவதில்லை. முதலில் தோராயமாகவே வரைவோம். கட்டுப்பாடுகள் அமைக்காதவரை இவற்றுக்கு விடுநிலைகள் (Degrees of Freedom – DoF) அதிகம். சுட்டியால் பிடித்து நாம் இவற்றை நீட்டலாம், சுழற்றலாம், பெரிதாகவும் சிறிதாகவும் ஆக்கலாம். அதாவது இவை நடைமுறையில் “மிதக்கும்” (floating) வடிவங்கள்தான். இது வடிவமைப்பு செயல்பாட்டில் பெரும் நெகிழ்வுத்தன்மையை அளிக்கிறது. பின்னர் இந்தத் தோராய வடிவங்களுக்குக்

கட்டுப்பாடுகளை அமைப்போம். நம்முடைய 3D மென்பொருள் இத்தோராய வடிவங்களைக் கட்டுப்பாடுகள்படித் துல்லிய வடிவங்களாக மாற்றிவிடும்.

## கட்டுப்பாடுகள் (constraints) என்றால் என்ன?

சான்றாக நாம் ஒரு சதுரம் வரைய வேண்டுமென்று வைத்துக் கொள்வோம். வழக்கமாக 90 பாகைகள் வைத்துக் கோடுகள் வரைந்து எல்லாப் பக்கங்களும் சமமாக இருக்குமாறு கவனமாக வரைவோம். ஆனால் தோராய வரைவில் அம்மாதிரி செய்யத் தேவையில்லை. முதலில் ஏதோ கோணத்தில், ஏதோ நீளத்தில் ஒரு நாற்கோணம் வரைந்து கொள்ளலாம்.

இப்பொழுது கட்டுப்பாடுகள் அமைக்க வேண்டும். முதல் கட்டுப்பாடு ஏதாவது ஒரு

கோணத்தை 90 பாகைகள் என்று அமைக்கலாம். இரண்டாவது அதன் எதிர் கோணத்தையும் 90 பாகைகள் என்று அமைக்கலாம். இப்பொழுது மென்பொருள் நம் நாற்கோணத்தில் இந்த இரண்டு கட்டுப்பாடுகளையும் செயற்படுத்தும். உடன் அது செவ்வகமாகிவிடும். கடைசியாக அடுத்தடுத்த பக்கங்களின் நீளங்கள் சமம் என்ற கட்டுப்பாட்டை அமைத்தால் நமக்கு சதுரம் கிடைத்துவிடும். இப்போது இதற்கு ஒரே ஒரு விடுநிலை மட்டுமே உண்டு. நாம் சுட்டியால் பிடித்து இழுத்தால் பெரிய சதுரமாகவோ அல்லது சிறிய சதுரமாகவோ மட்டுமே ஆகும். சதுரத்தின் பக்கத்துக்கு அளவு கொடுத்தால் அந்த ஒரு விடுநிலையும் கட்டுப்படுத்தப்படும். நாம் கட்டுப்பாடுகளில் ஏதேனும் மாற்றம் செய்தால் அதற்கு உட்பட்டு வரைபடமும் உடனடியாக மாறிவிடும்.

## வடிவியல் மற்றும் அளவுரு கட்டுப்பாடுகள்

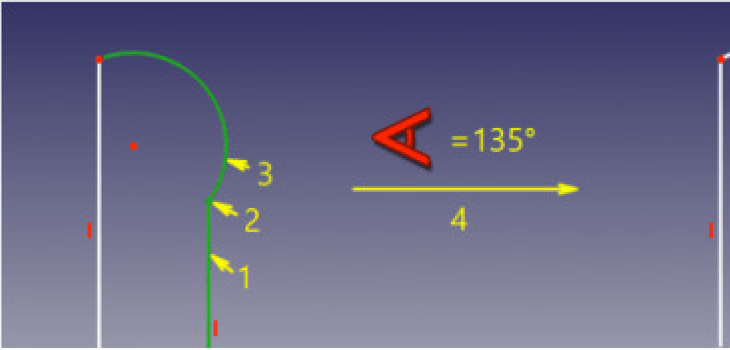
கட்டுப்பாடுகள் இரண்டு வகையானவை. வடிவியல் கட்டுப்பாடுகள் மற்றும் அளவுரு கட்டுப்பாடுகள். அளவுரு கட்டுப்பாடுகள் தூரம், கோணம், ஆரம் போன்றவை. வடிவியல் கட்டுப்பாடுகள் என்றால் என்ன? இந்தக்கோடு அந்தக் கோட்டுக்கு இணைகோடாக இருக்க வேண்டும் அல்லது அந்த வளைவுக்கு தொடுகோடாக இருக்க வேண்டும் போன்ற கட்டுப்பாடுகள்தான்.

இவையும் பாகங்களைத் தொகுத்துப் பார்க்கும்போது நாம் அமைத்த கட்டுப்பாடுகள் போன்றவைதான்:

- ஒன்றியமைவு (Coincident)
- இணையமைவு (Parallel)
- தொடுகோடு (Tangential)

 கிடைநிலை (Horizontal) அல்லது செங்குத்து (Vertical)

கீழ்க்கண்ட எடுத்துக்காட்டில், ஒரு வளைவுக்கும் நேர்கோட்டுக்கும் இடையில் உள்ள கோணம் அவற்றின் குறுக்குவெட்டும் புள்ளியில் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.




ஃப்ரீகேட் கட்டுப்பாடு தீர்வி

**நன்றி தெரிவிப்புகள்**

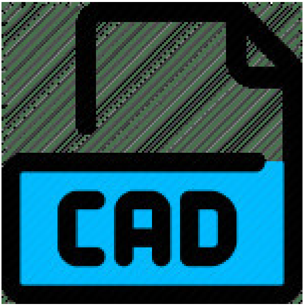
1. Sketcher ConstrainAngle – freecadweb

# 9. CAD கோப்பு வகைகள்

ஒவ்வொரு CAD மென்பொருளிலும் அதற்கேயான தன்னகக் கோப்பு வடிவத்தில் (Native format) சேமித்து வைப்பது அவசியம். முக்கியமாக 3D CAD மென்பொருட்களில், நாம் முன்னர் பார்த்தபடி, அளவுரு மாதிரிகளின் வரலாற்றையும் படிமுறைகளையும் இம்முறையில் மட்டுமே சேமிக்க முடியும். இதுதான் உங்கள் மூல வடிவம். எனினும் பல காரணங்களால் நாம் மற்ற கோப்பு வகைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கலாம்.

### CAD கோப்பு வகைகள் ஏற்றுமதி

பொறியியல் பகுப்பாய்வு (CAE) மற்றும் சிஎன்சி நிரல் இயற்றல் (CAM) மென்பொருட்களுக்கு




CAD கோப்பு வகைகள்

வேறு கோப்பு வகைகள் தேவையாக இருக்கலாம். நம்முடைய மூல வடிவத்திலிருந்து இம்மாதிரி வேறு எந்த வேலைக்கும் தேவையான கோப்பு வடிவத்தில் ஏற்றுமதி செய்து கொள்ளலாம். இது மிகவும் கடினமல்ல.

### CAD கோப்பு வகைகள் இறக்குமதி

நாம் இறக்குமதி செய்யக்கூடிய கோப்பு வகைகள் மற்ற மென்பொருட்களிலிருந்து

ஏற்றுமதி செய்யப் பட்டவை. இம்மாதிரி ஏற்றுமதி செய்த கோப்புகள் “புத்திசாலித்தனம்” இல்லாதவை. ஏனெனில் இவற்றில் அளவுரு மாதிரிகளின் வரலாறும் படிமுறைகளும் இருக்காது என்றும் முன்னரே பார்த்தோம். இருப்பினும் நாம் இம்மாதிரி இறக்குமதி செய்த வடிவங்களிலும் மாற்றங்கள் செய்யலாம். ஆனால் இந்த மாற்றங்களை 2D உருவரைவில் மாற்றங்கள் செய்வது போலவே தான் செய்ய முடியும்.

## DWG – ஆட்டோகேட் தனியுரிமக் கோப்பு வகை

இது ஆட்டோகேட் (AutoCAD) வணிக மென்பொருளின் தனியுரிமக் கோப்பு வகை. ODA (Open Design Alliance) 1200 நிறுவனங்களை உறுப்பினர்களாகக் கொண்ட தொழில்நுட்ப இலாபநோக்கற்றக் கூட்டமைப்பு. சமீப காலங்களில் இந்தக் கோப்பு வகை பற்றிய

விவரங்கள் ODA மூலமாகவும் கிடைக்கிறது என்று முன்பு ஒரு கட்டுரையிலேயே பார்த்தோம்..

## DXF – ஆட்டோகேட் வடிவமைப்பு பரிமாற்றம் கோப்பு வகை

மேற்கண்டவாறு DWG என்பது ஆட்டோகேட் தனியுரிமக் கோப்பு வகை. ஆகவே ஆட்டோகேட் மென்பொருளில் தயாரித்த 2D மற்றும் 3D வடிவமைப்புகளைப் பரிமாற்றம் செய்வதற்காக அவர்களே வெளியிட்டது தான் இந்த DXF (Drawing Exchange Format) கோப்பு வகை. அவர்கள் இந்தத் துறையில் முன்னணியில் இருப்பதால் அனேகமாக மற்ற எல்லா மென்பொருட்களும் இந்தக் கோப்பு வகையை ஆதரிக்கின்றன.

## IGES – பழைய வடிவமைப்பு நடுநிலைக் கோப்பு வகை

ஒவ்வொரு CAD மென்பொருளும்

அவற்றுக்கேயான கோப்பு வகைகளைப் பயன்படுத்துவதைப் பார்த்தோம். ஒரு மென்பொருளில் தயாரித்த வரைபடத்தை மற்றொரு மென்பொருளில் திறக்க வேண்டுமானால் என்ன செய்வது? அமெரிக்கத் தர நிலையம் (American National Standards Institute – ANSI) இம்மாதிரி பரிமாற்றம் செய்ய IGES (Initial Graphics Exchange Specification) என்ற நடுநிலைக் கோப்பு வகையை பல ஆண்டுகளுக்கு முன் வெளியிட்டது. 2D CAD வரைபடங்கள் மற்றும் 3D மேற்பரப்பு மாதிரிகளை ஏற்றுமதி செய்ய IGES கோப்பு வடிவம் தோதானது.

## STEP – புதிய வடிவமைப்பு நடுநிலைக் கோப்பு வகை

1994 இல் பன்னாட்டுத் தர நிலையம் (International Standards Organization – ISO) STEP (STan-

dard for the Exchange of Product model data) என்ற நடுநிலைக் கோப்பு வடிவத்தை வெளியிட்டது. இது 3D மாதிரிகளைப் பரிமாறிக்கொள்ளத் தோதானது.

## STL – 3D அச்சுக்கு உகந்தது

STL (stereolithography) கோப்பு வகை விரைவான முன்மாதிரி (rapid prototyping) தயாரிக்க, 3D அச்சிடல் கணினி உதவி உற்பத்திக்குப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

## மற்ற சில CAD கோப்பு வகைகள்

SVG (Scalable Vector Graphics) கோப்பு வடிவம் சிஎன்சி நிரல் இயற்றத் தோதானது. OBJ, FBX, COLLADA, 3DS மற்றும் VRML/X3D ஆகியவை பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் மற்ற சில CAD கோப்பு வகைகள்.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. Cad, computer aided drafting, file, format icon – by Josy D

# 10. எளிய வரைபடப் பயிற்சிகள்

**சித்திரமும் கைப்பழக்கம்**

சித்திரமும் கைப்பழக்கம் என்பது பழமொழி. நாம் வரைவது சித்திரமல்ல, வரைபடம்தான். இருப்பினும் நாம் பல்வேறு படங்களை வரைந்து பார்க்கப் பார்க்கத்தான் நம் மென்பொருளிலுள்ள கருவிகள் மற்றும் நாம் பயன்படுத்தும் உத்திகளின் நெளிவு சுளிவுகளை நன்றாகப் புரிந்து கொள்ள முடியும்.

2D வரைபடங்களுக்கு லிபர்கேட் பயன்படுத்துங்கள். 3D மாதிரிகளுக்கு சால்வ்ஸ்பேஸ் மற்றும் ஃப்ரீகேட் இரண்டையுமே முயற்சி செய்து பார்க்கலாம். இவை மூன்றுமே கட்டற்ற திறந்த மூல மென்பொருட்கள்.

இலவசமாகப் பதிவிறக்கம் செய்யலாம்.

**நீங்கள் பயன்படுத்தும் எந்திர பாகங்களை வரைவது உசிதம்**

நீங்கள் உங்கள் வீட்டில் பயன்படுத்தும் கருவிகள் மற்றும் மிதிவண்டி போன்ற சாதனங்கள் வேலை செய்யாவிட்டால் கழற்றிப் பழுதுபார்ப்பீர்களா? அப்படியென்றால் அவற்றில் ஒரு பாகத்தையெடுத்து வரைந்து பார்க்கலாம். ஒரு பழுதான பாகத்தை வரைந்து அருகிலுள்ள எந்திரப் பணிமனையில் கொடுத்து பாகம் செய்து வாங்குங்கள். இதற்கு ஈடான பயிற்சி வேறு கிடையாது.

**2D CAD தொடக்க நிலைப் பயிற்சிகள்**

20 நாட்களுக்கான 2D CAD பயிற்சிகள். இந்த 2D CAD பயிற்சிகள் ஆரம்ப பயிற்சியாளர்கள் கற்க உதவும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. சில

இடங்களில் ஆட்டோகேட் (AutoCAD) கட்டளைகள் குறிப்பிடப்பட்டிருந்தாலும், லிபர்கேட்டில் அதற்கு ஈடான கட்டளைகளைத் தேடிக் கண்டுபிடித்து அதன்படி முயற்சிக்கவும். சுட்டியைப் பயன்படுத்தாமல் முனையத்தில் (terminal) X மற்றும் Y அச்சுத்தூரங்கள் கொடுத்து வரையும்படி சில பயிற்சிகளும் கொடுத்துள்ளார்கள்.

20 நாட்களுக்கான 2D ஆட்டோகேட் பயிற்சிகள் – பா

20 நாட்களுக்கான 2D ஆட்டோகேட் பயிற்சிகள் – பாகம்

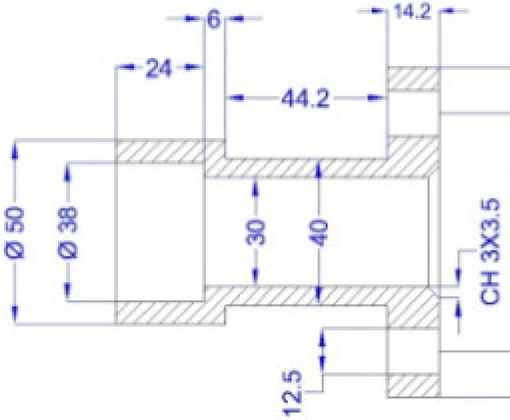
இவற்றில் பயிற்சிகளை முடிவில் இருந்து தொடங்குவார்கள். அதாவது குறிப்பிட்ட குறிக்கோள்களை முதலில் அமைப்பார்கள். அடுத்து அந்த இலக்குகளை அடைய ஆட்டோகேட் கட்டளைகளை எவ்வாறு பயன்படுத்துவது என்பதுபற்றி பயிற்சி அளிப்பார்கள். மேலே கூறியதுபோல லிபர்கேட்டில் அதற்கு ஈடான கட்டளைகளைத் தேடிக் கண்டுபிடித்து அதன்படி

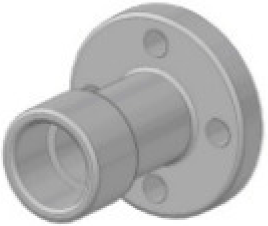
முயற்சிக்கவும்.

## 3D CAD தொடக்க நிலைப் பயிற்சிகள்

50 2D CAD பயிற்சிகள் மற்றும் 50 3D CAD பயிற்சிகள் இதில் கடைசி 50 3D CAD பயிற்சிகள். நாம் முந்தைய கட்டுரையில் கூறியது போல ஃப்ரீகேட் மென்பொருளில் தோராயப் படவரைவி பணிமேடையைத் (Sketcher workbench) தேர்வு செய்து 2D தோராயப் படத்தை வரைந்து கட்டுப்பாடுகளை அமைக்கவும். பின்னர் பாகம் வடிவமைப்புப் பணிமேடையைத் (PartDesign workbench) தேர்வு செய்து இந்த 2D உருவரைவை சுழற்றியோ அல்லது பிதுக்கியோ 3D மாதிரியை உருவாக்கவும்.

3D CAD தொடக்க நிலைப் பயிற்சிகள். பயிற்சி பெறுபவர்கள் தாங்கள் உருவாக்கிய மாதிரிகளை இங்கு பகிர்ந்துள்ளார்கள். இவற்றை நீங்களும்



3D CAD தொடக்க நிலைப் பயிற்சி

முயற்சி செய்து பார்க்கலாம்.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. 100 CAD exercises – by 4CTECH Vi□t Nam

# 11. பாகங்களைத் தொகுத்துப் பார்த்தல்

**பாகங்களை இணைக்கும் பொழுது வரும் பிரச்சினைகளை முன்கூட்டியே அறிதல்**

நம்முடைய தயாரிப்பில் உள்ள பாகங்களை எல்லாம் 2D மென்பொருளில் உருவரைவு தயார் செய்துவிட்டோம். இந்த பாகங்களை எல்லாம் தயாரித்து துணைத் தொகுதிகளாகவும் முழுத் தொகுதியாகவும் இணைக்கும் பொழுது சில பிரச்சினைகள் தெரியவரலாம். எடுத்துக்காட்டாக சில திருகாணிகள் முடுக்கியால் அணுக இயலாத இடத்தில் இருக்கலாம்.

நம்மால் 3D மாதிரியில் பாகங்களை இணைத்துப் பார்க்க முடிந்தால் இம்மாதிரி

பிரச்சினைகளை முன்கூட்டியே கண்டு பிடித்து ஓரளவாவது தவிர்க்கலாம் அல்லவா? இந்த வசதி சால்வ்ஸ்பேஸ் மென்பொருளில் சேர்ந்தேயுள்ளது. ஃப்ரீகேட் மென்பொருளில் A2+ என்ற வெளிப் பணிமேடை மூலம் கிடைக்கிறது.

### சால்வ்ஸ்பேஸ் தொகுத்தல் பயிற்சி

சால்வ்ஸ்பேஸ் மென்பொருளில் 6 காடித்துவாரங்க

சால்வ்ஸ்பேஸ் மென்பொருளில் எந்த ஒரு பாகத்தையும் மற்ற எந்த ஒரு பாகத்தின் வடிவமைப்பிலும் நாம் இறக்குமதி செய்து கட்டுப்பாடுகள் அமைக்க முடியும். ஆகவே சில பாகங்களை சேர்த்து துணைத் தொகுப்புகளாக ஆக்க முடியும். அடுத்து இத்துணைத் தொகுப்புகளை முழுத் தொகுப்பாகவும் ஆக்கலாம்.

### தொகுத்துப் பார்க்க ஃப்ரீகேட் A2+ பணிமேடை

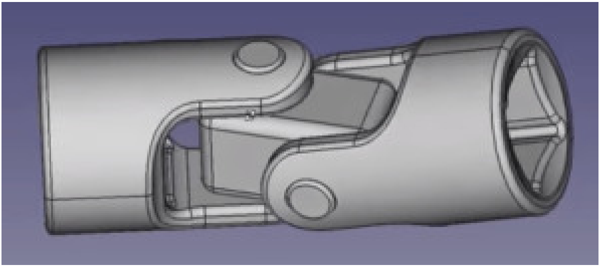
ஃப்ரீகேட் மென்பொருளில் உடன் வரும்

தொகுப்புப் பணிமேடைகள் எதுவும் கிடையாது. வெளிப் பணிமேடைகளில் A2+ பணிமேடை சிக்கலான தொகுப்புக் கட்டுப்பாடுகளையும் கையாளுகிறது. இதை தேர்வுப் பட்டியலில் Tools  Addon Manager மூலம் நிறுவலாம்.

முதலில் ஒரு பாகத்தை நிலையானதாக (fixed) வைத்துக் கொண்டு அடுத்த பாகத்தை இறக்குமதி செய்து கட்டுப்பாடுகள் அமைக்க வேண்டும். இம்மாதிரி தொகுப்பு செய்த மாதிரியையும் மற்ற மாதிரிகள் போன்ற கோப்பு வடிவத்திலேயே சேமித்து வைக்க முடியும்.

இந்தக் காணொளியில் பாகங்களை எவ்வாறு இறக்குமதி செய்வது, எவ்வாறு தொகுப்பது மற்றும் எம்மாதிரி கட்டுப்பாடுகள் அமைப்பது என்பதை விவரமாகக் காணலாம்.

**பெரிய தொகுப்புகளைத் துணைத்**



பொதுமூட்டு தொகுப்பு

## தொகுப்புகளாகப் பிரித்தல்

A2+ பணிமேடையில் சிக்கலைக் குறைக்க பெரிய தொகுப்புகளைத் துணைத் தொகுப்புகளாகப் பிரித்தல் நல்லது. எடுத்துக்காட்டாக நீங்கள் ஒரு தொகுப்பில் மின்னியக்கி (motor) சேர்க்கவேண்டும் என்றால் அதைத் துணைத் தொகுப்பாக முதலில் தொகுத்துப் பின்னர் எந்திரத்துடன் தொகுக்கலாம். ஆனால் துணைத் தொகுப்புக்குள்ளிருக்கும்

பாகங்களைத் தனித்தனியாக இயக்கிப் பார்க்க முடியாது. எடுத்துக்காட்டாக மேற்கண்ட மின்னியக்கியில் சுழலியைச் (rotor) சுழற்றிப் பார்க்க வேண்டுமென்றால் அதைத் தனியான துணைத் தொகுப்பாக சேர்க்க வேண்டும்.

## இணைப்புக்கான கட்டுப்பாடுகள் அமைத்தல்

இணைப்புக்கு கீழ்க்கண்ட மாதிரி கட்டுப்பாடுகளும் (Constraints) தீர்விகளும் (Solvers) உள்ளன:

- பூட்டு
- தளம் நேர்ப்படுத்தல் (Plane Alignment)
- தளம் ஒன்றுபடுதல் (Plane Coincident)
- அச்சு நேர்ப்படுத்தல் (Axial Alignment)
- ஒரே திசையமைவு (Same Orientation)

- பல இணை (Multi Parallel)
- கோணம் மற்றும் செங்குத்து (Angle and Perpendicular)
- புள்ளிகள் ஒன்றுபடுதல் (Points Coincident)
- தளத்தில் புள்ளிகள்
- வட்டத்தின் மேல் புள்ளிகள்
- புள்ளிகளுக்கிடையே தூரம்
- புள்ளிகளிலிருந்து தளத்துக்குத் தூரம்
- புள்ளிகளிலிருந்து கோட்டுக்குத் தூரம்
- சமச்சீர் (Symmetric)

## ஃப்ரீகேட் கையாளுதல் (Manipulator) பணிமேடை

நீங்கள் பாகங்களை தொகுத்துப் பார்க்க வேண்டுமென்றால் முதலில் அவற்றைத் தேவையான இடத்திற்கு நகர்த்தித் தேவையான

திசையமைவில் வைக்க வேண்டும். இம்மாதிரி வேலைக்கு பாகங்களை நகர்த்தவும், சுழற்றவும், நேரமைவு செய்யவும், அளவு பார்க்கவும் ஃப்ரீகேட் கையாளுதல் பணிமேடை மிகவும் தோதானதாக இருக்கிறது. இவ்வேலைகளை எளிதான வரைகலை பயனர் இடைமுகப்பு மூலம் செய்யலாம். இதன் தொடக்க நிலைப் பயிற்சி காணொளி இங்கே. சிக்கலான பாகங்களை எவ்வாறு நேரமைப்பது என்று இங்கே.

### நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. FreeCAD Tutorial – Universal Joint Assembly (PartDesign

# 12. பாகங்களைத் தொகுத்து இயக்கிப் பார்த்தல் (Motion simulation)

**ஃப்ரீகேட் அசைவூட்டம் (Animation) பணிமேடை**

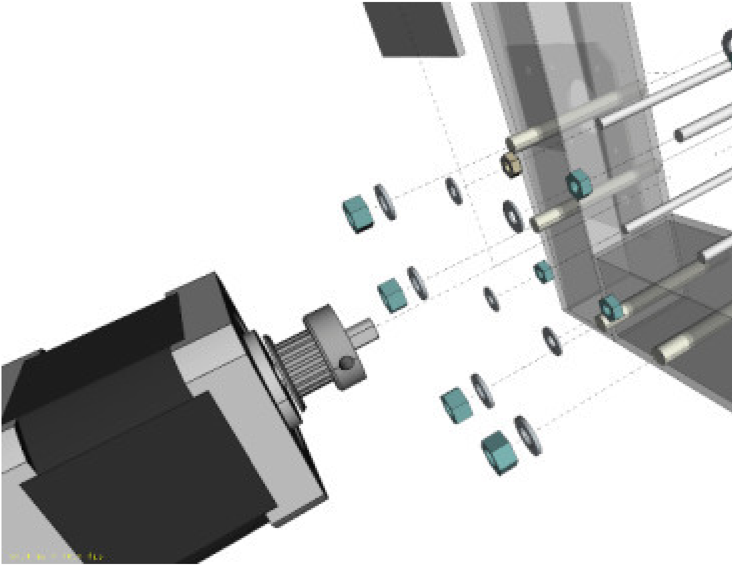
பாகங்களின் இயக்கத்தை உருவகப்படுத்தவும், படங்களின் காட்சித்தொடர்களை உருவாக்கவும், இவற்றைக்கொண்டு அசைவூட்டத்தை உருவாக்கவும் இப்பணிமேடை பல கருவிகளைக் கொண்டுள்ளது. பாகங்களின் நிலை மற்றும் திசையமைவை தேவைப்பட்டபோது மாற்றலாம். மேலும் கண்ணுக்குப் புலப்படுதல் (visibility), ஒளிபுகுதன்மை (transparency), வடிவத்தின் நிறம் (shape color) மற்றும் நிழற்படக் கருவி நிலை (camera

position) போன்ற பிற பண்புகளையும் மாற்றலாம்.

## தொகுப்பை விரித்துக் காட்டும் தோற்றம் (Exploded view)

ஒரு இயந்திரத்தை எவ்வாறு தொகுப்பது எந்தெந்த பாகம் எந்தெந்த இடத்தில் பொருந்தும் என்று காட்ட வேண்டும் என்று வைத்துக்கொள்வோம். பெரும்பாலும் நிறுவனத்தின் சேவை பணியாளர்களுக்கு பயிற்சி அளிக்க இம்மாதிரி தோற்றங்கள் மிகப் பயனுள்ளவை. சில நேரங்களில் பயனர்களுக்கும் இம்மாதிரி பயிற்சி கொடுக்க வேண்டி நேரிடலாம். இதற்கு தொகுப்பை விரித்துக் காட்டும் (ExplodedAssembly) பணிமேடை மிகவும் பயனுள்ளது.

இதில் எந்தெந்த பாகம் எங்கெங்கு பொருந்தும் என்று காட்டுவது மட்டுமல்லாமல் தொகுப்பை அசைவூட்டமும் செய்து காட்டலாம்.



தொகுப்பை விரித்துக் காட்டும் தோற்றம்

**ஃப்ரீகேட் A2+ பணிமேடையில் நிரல் எழுதி அசைவூட்டம் செய்தல்**

ஃப்ரீகேட் A2+ பணிமேடையில் எவ்வாறு பாகங்களைத் தொகுத்துப் பார்க்கமுடியும் என்று நாம் முந்தைய கட்டுரையில் விவரமாகப் பார்த்தோம். இதே பணிமேடையில் பைதான் நிரல் எழுதி அசைவூட்டமும் செய்து பார்க்க முடியும். இம்மாதிரி ஒரு அசைவூட்டம் இந்தக் காணொளியில் பார்க்கலாம்.

**நகர்வு கட்ட வரைபடம் (Motion chart or curves) அல்லது எந்திர அமைப்பு இயக்க வடிவியல் (Mechanism kinematics)**

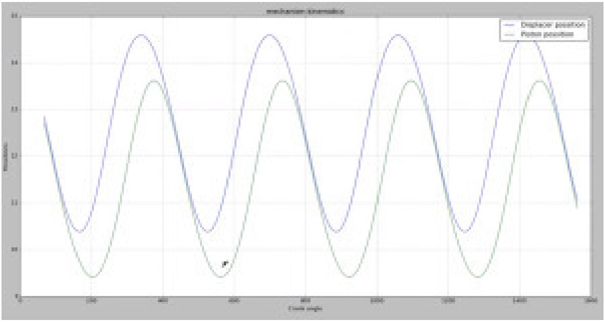
அசைவூட்டம் என்பது நாம் 3D மாதிரியைக் கணினித் திரையில் தேவையான கோணங்களிலும் திசையமைவுகளிலும்

நகர்த்திப் பார்ப்பதுதான். இம்மாதிரி பார்ப்பது மட்டுமே பல பொறியியல் வேலைகளுக்குப் பேருதவியாக இருக்கும். ஆனால் சில துல்லிய வேலைகளுக்கு இம்மாதிரி நகர்வுகளைக் கட்ட வரைபடமாக வரைய வேண்டியிருக்கலாம். ஃப்ரீகேட் பைதான் நிரல் எழுதி இம்மாதிரி நகர்வு கட்ட வரைபடத்தை எவ்வாறு வரைவது என்று இ பார்க்கலாம். இதன்மூலம் முதலில் இயக்க வடிவியல் தரவுகளை சேமித்து கொள்ள வேண்டும்.

மேட்ப்ளாட்லிப் (Matplotlib) பைதான் மொழியில் கட்ட வரைபடம் வரையும் நிரலகம் (library). மேற்கண்டவாறு சேமித்த தரவுகளை மேட்ப்ளாட்லிப் வைத்து கட்ட வரைபடம் வரையலாம்.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. Exploded Assembly



நகர்வு கட்ட வரைபடம்

2. FreeCAD animation and kinematics

# 13. 2D வரைபடமா அல்லது 3D மாதிரியா?

ஒவ்வொரு CAD மென்பொருளிலும் அதற்கேயான தன்னகக் கோப்பு வடிவத்தில் (Native format) சேமித்து வைப்பது அவசியம் என்று முந்தைய கட்டுரையில் கூறினோம். முக்கியமாக 3D CAD மென்பொருட்களில், நாம் முன்னர் பார்த்தபடி, அளவுரு மாதிரிகளின் வரலாற்றையும் படிமுறைகளையும் இம்முறையில் மட்டுமே சேமிக்க முடியும் என்றும் பார்த்தோம். இம்மாதிரி வரைபடங்களும் மாதிரிகளும் ஒரு நிறுவனத்தின் விலைமதிப்பற்ற அறிவுசார் சொத்து (intellectual property) ஆகும். ஆகவே எந்த மென்பொருளை பயன்படுத்துவது, எந்தக் கோப்பு வகையில்

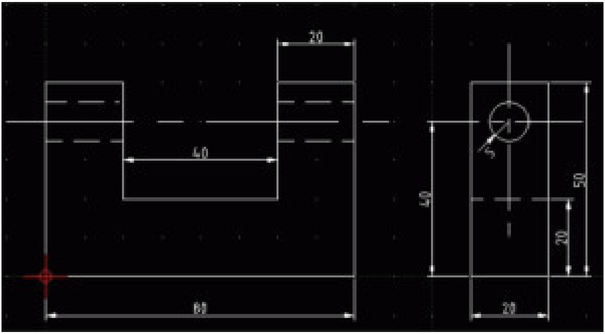
மூல வடிவங்களை சேமித்து வைப்பது என்பவை முக்கியமான முடிவுகள். இவை நீண்ட காலத்துக்கு தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும்.

## இருபரிமாண வரைபடம்

முன்காலத்தில் படியெடு தாளில் (tracing paper) முன் தோற்றம், மேல் தோற்றம் மற்றும் பக்கவாட்டுத் தோற்றங்களை வரைவது வழக்கம். முப்பரிமாண பாகங்களை இருபரிமாணத் தாளில் வரைய இது ஒன்றே வழியாக இருந்தது. (கையால் வரைபடம் வரையும் அடிப்படைச் செயல்முறை

இதையே கணினி மூலம் செய்யக் கூடியது தான் 2D CAD.

இம்மாதிரி 2D இல் பொறியியல் வரைபடங்கள் வரைய உகந்த திறந்த மூல மென்பொருள் லிபர்கேட் (LibreCAD). இது பற்றி முந்தைய கட்டுரையில் விவரமாகப் பார்த்தோம்.




லிபர்கேட் இருபரிமாண வரைபடம்

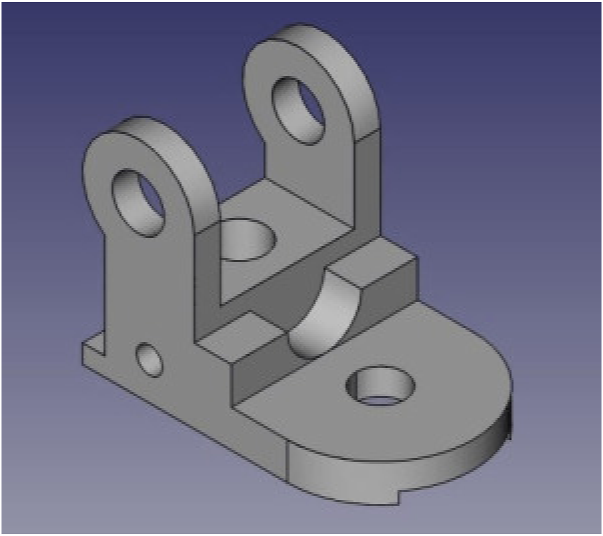
2D மென்பொருள் மூலம் உருவரைவின் (drafting) அடிப்படைகளை எளிதாகக் கற்றுக் கொள்ள முடியும். அச்சிட்டு பணிமனையில் (shop floor) கொடுக்கவும் வசதியானது. ஆனால் நீங்கள் ஒரு தயாரிப்பை உருவாக்கி பொறிஞர் அல்லாத உங்கள் நிறுவனத்தின் தலைவர்களுக்கோ அல்லது முதலீடு செய்பவர்களுக்கோ காட்சிப்படுத்த வேண்டுமென்று வைத்துக்

கொள்வோம். 2D படங்களைக் காட்டினால் அவர்களுக்கு எதுவும் புரியாது.

**3D மாதிரியின் வசதிகள்**

மேற்கண்ட தருணங்களில் காட்சிப்படுத்த வசதியானது முப்பரிமாண மாதிரி. கணினியில் பல கோணங்களில் திருப்பிப் பார்க்கலாம். பெரிதாக்கி அண்மையில் (zoom in) பார்க்கலாம், சிறிதாக்கி தூரத்திலும் (zoom out) பார்க்கலாம்.

இதேபோல உங்கள் தயாரிப்பைப் பற்றி ஒரு குறிப்பு வெளியீடு (brochure) அச்சிட்டு பொதுமக்களுக்கு வினியோகம் செய்ய வேண்டுமென்று வைத்துக் கொள்வோம். இதற்கு 3D மாதிரியை எடுத்து நிழற்படம் போன்ற தோற்ற அமைவைச் (photo-realistic rendering) செய்ய முடியும். இவை தவிர கீழ்க்கண்ட வேலைகளுக்கும் 3D மாதிரியே சிறந்தது:



ஃப்ரீகேட் முப்பரிமாண மாதிரி

- தகவுத்திரிபு (stress / strain) போன்ற பொறியியல் பகுப்பாய்வு (CAE) பெரும்பாலும் இதிலிருந்து தொடங்கிதான் செய்ய முடியும்.
- 3D மாதிரியை வைத்து தொகுத்துப் பார்க்கலாம். அசைவூட்டம் கொடுத்தும் பார்க்கலாம். ஆகவே விரைவாக, பிரச்சினைகள் குறைந்த முன்மாதிரி (proto-type) தயாரிக்க முடியும்.
- கணினி வழி உற்பத்தி நிரல் இயற்றிக்கு (CAM) இது தோதானது.
- முப்பரிமாண அச்சிடல் (3D Printing) அல்லது பொருள்சேர் உற்பத்தி (Additive Manufacturing) இதை வைத்துத் தான் செய்ய முடியும்.
- இக்காரணங்களினால் விரைவான முன்மாதிரிகளை (rapid prototype) உருவாக்க வேண்டுமென்றால் இதுதான் மிகத்

தோதானது.

## 3D மாதிரியின் குறைபாடுகள்

ஆனால் நீங்கள் அளவுகளும் உற்பத்திக் குறிப்புகளும் கொடுத்த 2D வரைபடம் அச்சிட்டுப் பணிமனையில் பாகங்கள் தயாரிக்கக் கொடுக்க வேண்டுமென்று வைத்துக் கொள்வோம். இதை 3D மாதிரியிலிருந்து நேரடியாக அச்சிட முடியாது. இதற்குக் கொஞ்சம் மெனக்கெட வேண்டும்.

## ஃப்ரீகேட் 3D மாதிரியிலிருந்து 2D உருவரைவுகளைத் தயாரித்தல்

ஃப்ரீகேட் 3D மாதிரியிலிருந்து வரைபடப் பணிமேடையில் (Drawing Workbench) நீங்கள் 2D உருவரைவுகளைத் தயாரிக்க முடியும். வெற்றுத் தாள்களிலும் தயாரிக்கலாம். அல்லது எல்லைக்கோடுகள், பெயர்த்தொகுதி (Title Block) போன்றவற்றை முன்னரே வரைந்து

வைத்திருக்கும் வார்ப்புருக்களிலும் (templates) தயாரிக்கலாம். இந்த தாள்களில், நீங்கள் முன்பு வடிவமைத்த 3D பாகங்களின் தோற்றங்களை வைக்கலாம். மேலும் இந்தத் தோற்றங்கள் தாளில் எவ்வாறு தோன்ற வேண்டும் அதற்கு ஏற்றபடி அமைக்கலாம். இறுதியாக, வரைபட அளவு குறித்தல் (Drawing Dimensioning) பணிமேடையைப் பயன்படுத்தி தொழில்நுட்ப வரைபடங்களில் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் பரிமாணங்கள், உரைகள் மற்றும் பிற வழக்கமான சின்னங்கள் போன்ற அனைத்து வகையான சிறுகுறிப்புகளையும் தாளில் வைக்கலாம். இவ்வாறு வரைதல் தாள்கள் வேலை முடிந்ததும் அவற்றை அச்சிடலாம் அல்லது எஸ்.வி.ஜி (SVG), பி.டி.எஃப் (PDF), அல்லது டி.எக்ஸ்.எஃப் (DXF) கோப்புகளாக ஏற்றுமதி செய்யலாம்.

இம்மாதிரி ஃப்ரீகேட் 3D மாதிரியிலிருந்து 2D உருவரை

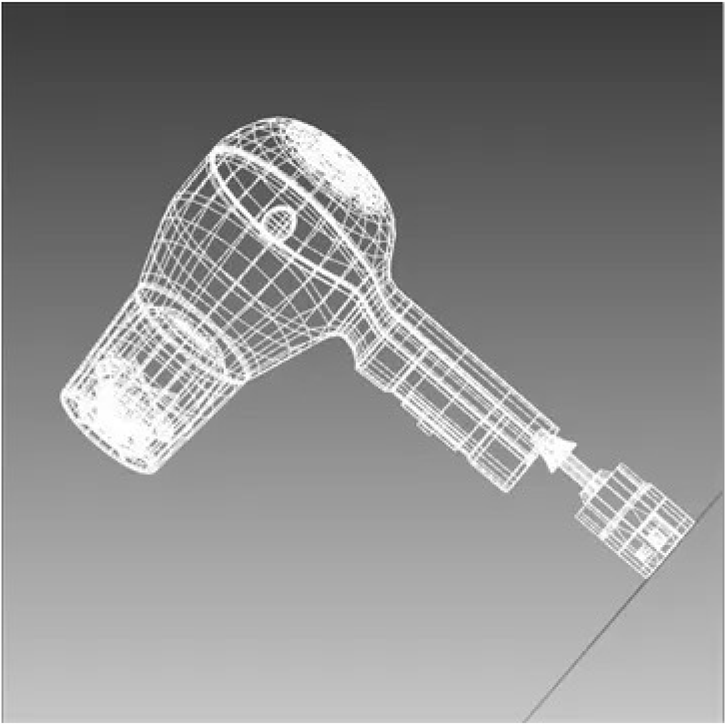
## நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. FreeCAD Tutorial  Review: From a 2D Sketch to a 3D F

# 14. வளைந்த மேற்பரப்பு (Curved surface) மாதிரியமைத்தல்

எல்லா விதமான 3D வடிவங்களையுமே திட வடிவம் உருவாக்கும் உத்திகள் மூலம் தயாரித்து விட முடியாது. எடுத்துக்காட்டாக கார் (car body), முடி உலர்த்தி (hair dryer), தலைக்கவசம் (helmet), மிக்சி (mixie) போன்றவற்றின் மேற்பரப்புகள் சீரற்ற (irregular) வடிவம் கொண்டவை. முன்னர் பார்த்தது போல அடிப்படை வடிவங்களை வைத்துச் சிக்கலான வடிவங்களை உருவாக்கும் வழிமுறைகளைப் பயன்படுத்தி இவற்றை நாம் உருவாக்க முடியாது.

திட வடிவ மாதிரி உருவாக்கும் கருவிகள்



முடி உலர்த்தி கண்ணி

(solid modeling tools) ஒரு திட வடிவத்தில் எல்லா பக்கங்களையும் ஒரே நேரத்தில் உருவாக்குகின்றன. ஆனால் மேற்பரப்பு மாதிரி உருவாக்கும் கருவிகள் (surface modeling tools) ஒரு நேரத்தில் ஒரு மேற்பரப்பை மட்டுமே உருவாக்குபவை. ஆகவே சீரற்ற மேற்பரப்புகளுக்கு நாம் இம்மாதிரி மேற்பரப்பு மாதிரிக் கருவிகளையே பயன்படுத்துவோம்.

### ஃப்ரீகேட் கண்ணி பணிமேடை (Mesh Workbench)

கண்ணிகள் மிக எளிதான வடிவம் கொண்டவை. ஃப்ரீகேட் கண்ணி பணிமேடையில் இவை முக்கோணமாக இருக்கும். இவற்றுக்கு மூலைகள், விளிம்புகள் மற்றும் முக்கோண முகப்புகள் என்று மூன்று அம்சங்கள் மட்டுமே உண்டு. ஆகவே இவற்றை உருவாக்குவதும், உட்பிரிவு செய்வதும், நீட்டுவதும் மற்ற மாற்றங்கள்

செய்வதும் எளிது. விவரங்களை இழக்காமல் ஒரு செயலியிலிருந்து மற்றொரு செயலிக்கு எளிதாக அனுப்ப முடியும். மற்றும் கணினியில் சேமிக்கும்போது அதிக இடத்தை அடைக்காது. ஆகவே சீரற்ற மேற்பரப்புகள் தயாரிக்கக் கண்ணிகள் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஃப்ரீகேட் கண்ணி பணிமேடையில் நாம் கண்ணிகளை இறக்குமதி செய்யலாம், பகுப்பாய்வு செய்யலாம், பிழைகளை சரி செய்யலாம் மற்றும் இறுதியாக இவற்றை திட வடிவமாக மாற்றி பாகம் பணிமேடையில் பயன்படுத்தலாம்.

இருப்பினும், பொறியியல் துறையில் கண்ணிகளுக்கு ஒரு பெரிய பிரச்சினை உண்டு. இவை மேற்பரப்புகளால் மட்டுமே உருவாக்கப்படுகின்றன, ஆகவே பொருண்மை

(mass) பற்றிய தகவல்கள் எதுவும் கிடையாது. எனவே இவை திடப்பொருள்களாக செயல்படாது. சேர்த்தல் அல்லது நீக்குதல் போன்ற திட வடிவ அடிப்படையிலான செயல்பாடுகளை இவற்றில் செய்யமுடியாது.

## நர்ப்ஸ் வளைபரப்புகள் (NURBS surfaces)

நர்ப்ஸ் வளைபரப்புகள் கண்ணிபோல் அல்லாமல் வழுவழுப்பாகவே இருக்கும். இது வளைந்த மேற்பரப்புகளை கணித ரீதியாக மாதிரியமைக்கும் உத்தி. எனினும் மாதிரி உருவாக்க நீங்கள் கணித சூத்திரங்கள் எழுதத் தேவையில்லை. கட்டுப்படுத்தும் புள்ளிகளை சுட்டியால் இழுத்துத் தேவையான வடிவத்துக்கு சரிசெய்து கொள்ளலாம்.

நர்ப்ஸ் வடிவங்களைப் பரிமாறிக்கொள்ள பல தொழில்துறைத் தரநிலைகள் உள்ளன.

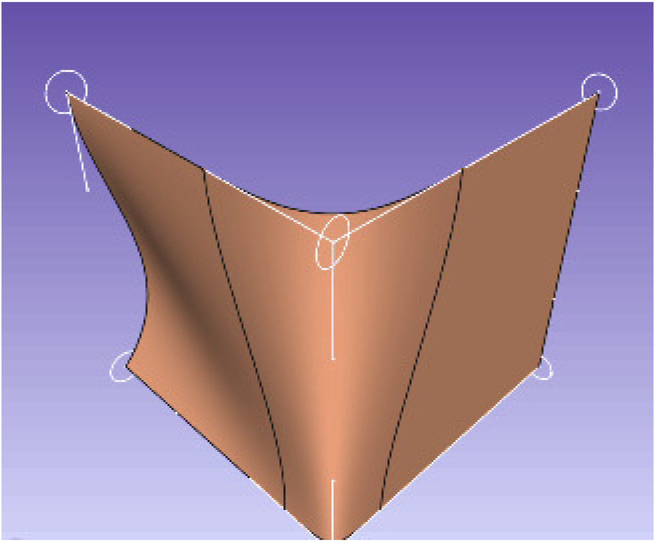
ஆகவே நாம் நம்முடைய மதிப்புமிக்க வடிவியல் மாதிரிகளை பல்வேறு மாதிரியமைத்தல் (modelling), தோற்ற அமைவு (rendering), அசைவூட்டம் (animation) மற்றும் பொறியியல் பகுப்பாய்வு (CAE) திட்டங்களில் பயன்படுத்த முடியும் என்று எதிர்பார்க்கலாம்.

**ஃப்ரீகேட் மேற்பரப்புப் பணிமேடை (Surface workbench)**

ஃப்ரீகேட் மேற்பரப்புப் பணிமேடை எளிய நர்ப்ஸ் மேற்பரப்புகளை உருவாக்க மற்றும் மாற்றுவதற்கான கருவிகளை வழங்குகிறது.

இதன் சில அம்சங்கள்:

- எல்லை விளிம்புகளிலிருந்து மேற்பரப்புகளை உருவாக்குதல்.
- அண்டை முகப்புகளிலிருந்து வளைவை



ஃப்ரீகேட் நர்ப்ஸ்

சீரமைத்தல்.

- மற்ற வளைவுகள் மற்றும் உச்சிமுனைகள் படி மேற்பரப்புகளைக் கட்டுப்படுத்துதல்.
- முகப்புகளை நீட்டித்தல்.
- ஒரு கண்ணியின் மேற்பரப்பை வார்ப்புருவாக வைத்து நர்ப்ஸ் வளைவுகளை உருவாக்குதல்.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. Hair Dryer 3D Model

# 15. ஓபன்ஸ்கேட் (OpenSCAD) & பௌலர்ஸ்டுடியோ (BowlerStudio)

ஓபன்ஸ்கேட் நிரல் எழுதி 3D மாதிரி உருவாக்கும் திறந்தமூல CAD மென்பொருள். இதை இலவசமாகப் பதிவிறக்கம் செய்யலாம்.

**ஓபன்ஸ்கேட் மற்ற CAD கருவிகள் போல ஊடாடும் (interactive) மாதிரியாக்கி அல்ல**

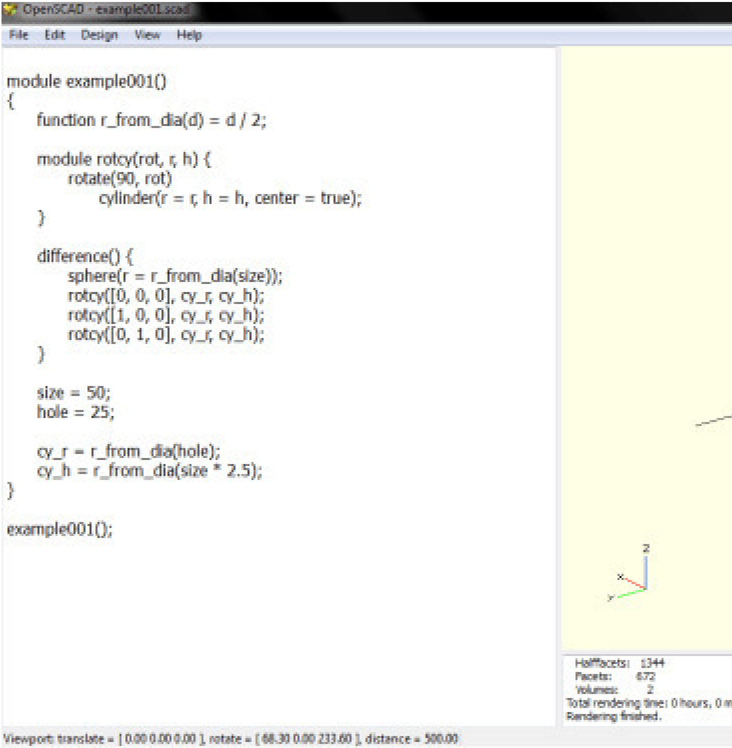
அளவுரு மாதிரியமைத்தல் பற்றி முந்தைய கட்டுரையில் பார்த்ததை நினைவுக்குக் கொண்டு வரலாம். அதில் அம்சங்கள் அடிப்படை (Feature**ased) அல்லது வரலாறு அடிப்படை (History**ased) முறையில் எந்த வடிவத்தில் தொடங்கினோம், என்னென்ன

செய்து இந்த சிக்கலான வடிவத்துக்கு வந்து சேர்ந்தோம் என்ற வழிமுறைகளைச் சேமித்து வைப்பதைப் பற்றிப் பார்த்தோம்.

இம்மாதிரி எந்த அடிப்படைத் திட வடிவத்தில் தொடங்கினோம் எந்த வழிமுறைகளைப் பின்பற்றினோம் என்பதை நாம் நிரலாக எழுதலாம். இந்த நிரலை ஓட்டிப் பார்த்தால் கடைசியாக உருவாக்கிய திட வடிவ உருவம் கிடைக்கும். இது முற்றிலும் வித்தியாசமான திட வடிவம் மாதிரியமைக்கும் உத்தி.

**ஓபன்ஸ்கேட் எல்லோருக்கும் ஒத்துவரும் என்று சொல்ல முடியாது**

ஆனால் நிரலாளர்கள் கூறுகிறார்கள் தங்களுடைய தொழில் நுட்ப வேலைகளுக்கு ஓபன்ஸ்கேட் தான் சிறந்த கருவி என்று. ஏனெனில் தயாரிப்பில் பெரிய மாற்றங்கள் செய்ய


OpenSCAD - example001.scad
File Edit Design View Help
module example001()
{
function r_from_dia(d) = d / 2;
module rotcy(rot, r, h) {
rotate(90, rot)
cylinder(r = r, h = h, center = true);
}
difference() {
sphere(r = r_from_dia(size));
rotcy([0, 0, 0], cy_r, cy_h);
rotcy([1, 0, 0], cy_r, cy_h);
rotcy([0, 1, 0], cy_r, cy_h);
}
size = 50;
hole = 25;
cy_r = r_from_dia(hole);
cy_h = r_from_dia(size * 2.5);
}
example001();
Halffacets: 1344
Facets: 672
Volumes: 2
Rendering finished.
Viewport translate = [ 0.00 0.00 0.00 ], rotate = [ 68.30 0.00 233.60 ], distance = 500.00

ஓபன்ஸ்கேட்

வேண்டுமென்றால் நிரலின் உள்ளமையில் ஒரு சில மாற்றங்கள் செய்தாலே போதும்.

இரண்டு பாகங்களுக்கு இடையில் உங்களுக்கு நீண்ட இடைவெளி தேவையா? ஒரு எண்ணை மட்டும் மாற்றினால், மற்ற அளவுகள் எல்லாவற்றையும் மீண்டும் கணக்கிட்டுக்கொள்ளும். ஒரு பற்சக்கரத்தில் உள்ள பற்களின் எண்ணிக்கையை மாற்றவேண்டுமா? ஒரு எண்ணை மட்டும் மாற்றினால் மற்ற எல்லாவற்றையும் தானே கணக்கிட்டு அதற்குத் தகுந்தாற்போல் மாற்றிக் கொள்ளும்.

உங்களுக்கு ஒரே அடிப்படை கருவி 17 வெவ்வேறு அளவுகளில் தேவையா? ஒரு முறை ஓபன்ஸ்கேட் பயன்படுத்தி வடிவமைத்துக் கொள்ளுங்கள். பின்னர் உங்களுக்குத்

தேவையான 17 பதிப்புகளை உருவாக்க ஒரு திரள் கோப்பு (batch file) எழுதுங்கள். ஒரு பொத்தானைத் தட்டிவிட்டு 17 அளவுகளையும் ஒரே மூச்சில் உருவாக்க முடியும்.

## ஓபன்ஸ்கேட் சிறப்பு அம்சங்களும் சில பிரச்சினைகளும்

இதற்கு உள்நோக்குத் (introspection) திறன் உள்ளதால் பாகங்கள் பட்டியலையும் (Bill of Materials) மற்ற ஆவணங்களையும் தானியங்கியாகத் தயாரித்துக் கொள்ள முடியும்.

நாம் சால்வ்ஸ்பேஸ் செய்ய இயலாத வேலைகள் சிலவற்றை முந்தைய கட்டுரையில் பார்த்தோம். அதேபோல இந்த மென்பொருளிலும் நேரடியாக விளிம்புப்பட்டி (fillet) செய்ய இயலாது. இருப்பினும் மாற்று வழியில் (work around) இதைச் செய்ய சிலர் வழி கூறுகிறார்கள்.

## பௌலர்ஸ்டுடியோ (BowlerStudio) எந்திரன் உருவாக்கும் தளம் (Robotics Development Platform)

திறந்தமூல பௌலர்ஸ்டுடியோ வெறும் கணினி வழி வடிவமைப்பு (CAD) மென்பொருள் மட்டுமல்ல. கருத்துருவிலிருந்து நிறைவு வரை எந்திரனியல் திட்டத்தின் ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் இது உங்களுக்கு உதவுகிறது. இது நிரல் எழுதுவதன் மூலம் எந்திரன்களை உருவாக்குவதற்கான ஒரு கருவியாகும். ஜாவா, பைதான் போன்ற மொழிகளில் நிரல் எழுதுவதன் மூலம் எந்திரன்களை வடிவமைக்கலாம், பாவனையாக்கலாம் மற்றும் 3D அச்சிடலாம்.

இது உலாவியில் இயங்கும் ஒரு செயலி மற்றும் நீங்கள் நிரலில் அழைக்கக்கூடிய நிரலகங்களின் கட்டமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. நிரல் மற்றும் அது சார்ந்திருக்கும் தேவையான நிரலகங்களையும்

பௌலர்ஸ்டுடியோ

உலாவியில் பதிவிறக்கித் தொகுத்து ஓட்டும்.

**நன்றி தெரிவிப்புகள்**

1. OpenSCAD – Acarius10
2. BowlerStudio: A robotics development platform

# 16. பொறியியல் பகுப்பாய்வு (CAE)

உங்கள் தயாரிப்பை வாடிக்கையாளர்கள் வாங்கி அவர்களுடைய வேலைகளுக்குப் பயன்படுத்தும்போது சில சமயங்களில் சில பாகங்கள் வளைந்தோ (bending), முறுக்கியோ (twisting), நுண் வெடிப்பு விட்டோ (hairline cracks) அல்லது முற்றிலும் உடைந்தோ (broken) சேதமாகலாம். உத்தரவாதக் காலத்தில் உங்கள் வாடிக்கையாளர்கள் இவற்றை உங்கள் விற்பனையாளர்களுக்குத் திருப்பிக் கொடுத்து இலவச மாற்றீடு (free replacement) தயாரிப்பு கேட்பார்கள். வணிகத்தில் உங்களுக்கு இழப்பு நேரிடுவது மட்டுமல்லாமல் தரமற்ற பொருளை

விற்றதால் உங்கள் தயாரிப்புக்கும், உங்கள் நிறுவனத்துக்கும் சந்தையில் பெயர் கெட்டு விடும்.

இம்மாதிரிப் பெரும் பிரச்சினைகளை தவிர்க்க ஒரு வழி நீங்களே உங்கள் தொழிற்சாலையில் தீவிரமான பளுச் சோதனைகள் (load tests) செய்யலாம். எந்த பாகங்கள் பளு ஏற்றினால் வளைந்தோ அல்லது உடைந்தோ சேதம் ஆகலாம் என்று சந்தையில் தயாரிப்பை வெளியிடும் முன்னரே கண்டுபிடிக்கலாம். ஆனால் இதற்கு மிகுந்த நேரம் எடுக்கும் மேலும் செலவும் அதிகம். ஆகவே அடிக்கடி செய்ய முடியாது.

ஆகவே வடிவமைப்புக் கணக்கீடுகள் (design calculations) மூலம் பெரும்பாலும் இம்மாதிரிப் பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வு காண நாம் முயற்சி செய்ய வேண்டும். கணினிகள் புழக்கத்திற்கு வரும் முன்னர் கையாலோ அல்லது கணிப்பி

(calculator) வைத்தோ நாம் இவ்வாறு வடிவமைப்புக் கணக்கீடுகள் செய்து கொண்டுதானிருந்தோம். ஆனால் அவை உத்தேசமான கணக்கீடுகள்தான். கணினியின் திறன்களைப் பயன்படுத்தி நம்மால் விரிவான மற்றும் துல்லியமான பொறியியல் பகுப்பாய்வுகள் (Computer Aided Engineering – CAE) செய்யமுடிகிறது.

## பொறியியல் பகுப்பாய்வின் குறிக்கோள்கள்

- நம் தயாரிப்பின் தரத்தையும் பாதுகாப்பையும் மேம்படுத்துவது.
- மறுசெய்கைகளைக் (iterations) குறைப்பதன் மூலம் நாம் தயாரிப்பை வடிவமைக்கும் காலத்தைக் குறைப்பது.
- ஒவ்வொரு முறையும் நாம் முன்மாதிரி (proto-type) தயாரித்து சோதனை செய்யும்போது காலமும் செலவும் வீணாகின்றன.

பொறியியல் பகுப்பாய்வு செய்வதன் மூலம் நாம் முன்மாதிரி தயாரிக்கும் தேவைகளைக் குறைக்கமுடியும்.

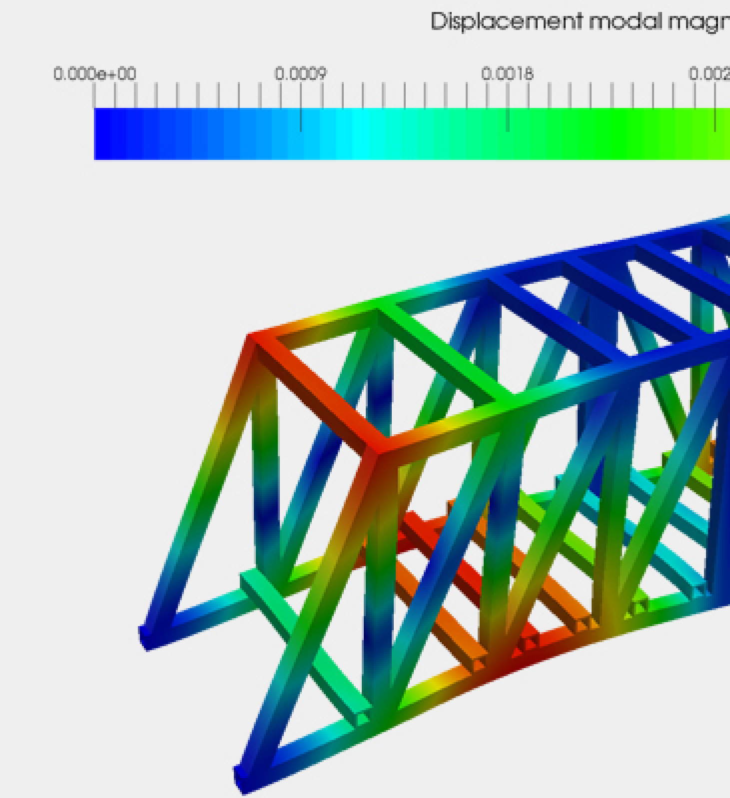
-  மேற்கண்ட வழிகளில் நாம் தயாரிப்பை சந்தையில் வெளியிடத் தேவைப்படும் முதலீட்டைக் குறைக்க முடியும்.

## எந்திரவியல் பொறியியல் பகுப்பாய்வு

எஃகுப் பாலம் – பொறியியல் பகுப்பாய்வு

எந்திரவியல் பொறியியலில் கீழ்க்கண்ட வகைகளில் பகுப்பாய்வு செய்ய முடியும்:

-  கட்டமைப்புப் பகுப்பாய்வு (Structural analysis): உத்திரம் (beam), கட்டம் (grid) போன்ற கட்டமைப்புகளில் பல்வேறு வகையான தாங்கிகள் (supports) இருக்கலாம் மற்றும் பளுக்கள் (loads) வரலாம்.



Displacement modal magr
0.000e+00
0.0009
0.0018

- வெப்பப் பகுப்பாய்வு (Thermal analysis): வெப்பப்படுத்தல் மற்றும் குளிரூட்டலுக்கு உட்படுத்தப்படும்போது ஒரு கட்டமைப்பின் தன்மை.
- கட்டமைப்பு மற்றும் வெப்பம் சேர்ந்த பகுப்பாய்வு (Combined structural and thermal analysis): எடுத்துக்காட்டாக உட்கனற்சி எந்திரத்தில் (internal combustion engine) இணைக்குங் கோல் (connecting rod) பளு மற்றும் வெப்பம் இரண்டையுமே தாங்க வேண்டும்.
- கணிப்புப் பாய்ம இயக்கவியல் (Computational Fluid Dynamics – CFD): ஏற்றி (pump) பாகங்களை வடிவமைக்கும்போது அவற்றின் மேற்பரப்புகளைச் சுற்றி ஓடும் காற்று, நீர் போன்ற பாய்மங்களின் இயக்கவியல் பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டும். பாய்ம

வேகம், அழுத்தம் மற்றும் பிற காரணிகளைத் தீர்மானிக்க முடியும்.

-  பல்பொருள் இயக்கவிசையியல் (Multi-body Dynamics – MBD) அல்லது பல்பொருள் பாவனையாக்கல் (Multibody simulation – MBS): இணைப்புகள் (linkages), எந்திரன் கை (Robotic arm or manipulator) ஆகியவற்றை வடிவமைக்கும்போது, பல பாகங்கள் இணைந்து செயல்படுவதால் அவற்றை பல்பொருள்களாகப் பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டும்.

## பொறியியல் பகுப்பாய்வு செய்யத் திறந்தமூல மென்பொருட்கள்

ஃப்ரீகேட் சிறுகூறு பகுப்பாய்வு பணிமேடை (FreeCAD FEM Workbench) பலவிதமான பொறியியல் பகுப்பாய்வு வேலைகள் செய்யக்கூடியது.

எண்சார்ந்த பகுப்பாய்வு (Numerical Analysis) செய்ய வணிக மென்பொருட்களான மேட்லாப் (Matlab) மற்றும் சிமுலிங்க் (Simulink) பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றுக்குப் பதிலாக கட்டற்ற திறந்த மூல மென்பொருட்களான குனு ஆக்டேவ் (GNU Octave) மற்றும் ஓபன்மோடலிகா (OpenModelica) பயன்படுத்தலாம். இன்னொரு மாற்று கட்டற்ற திறந்த மூல சைலேப் (Scilab). இதனுடன் வரும் எக்ஸ்காஸ் (Xcos) சிமுலிங்க் வேலையை செய்யக் கூடியது.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. Eigenfrequency Analysis of a Truss Bridge – Wikimedia C

# 17. சிறுகூறு பகுப்பாய்வு (Finite Element Analysis – FEA)

ஒரு பளு ஏற்றிய பாகத்தில் தகைவு (stress) மற்றும் அதன் விளைவுகள் பற்றி பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டுமென்று வைத்துக் கொள்வோம். அல்லது ஒரு பாகத்தை ஓரிடத்தில் சூடாக்கும் போது அதன் வெவ்வேறு பகுதிகளில் வெப்பநிலை (temperature) எவ்வாறு மாறுபடும் என்று பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டுமென்று வைத்துக் கொள்வோம்.

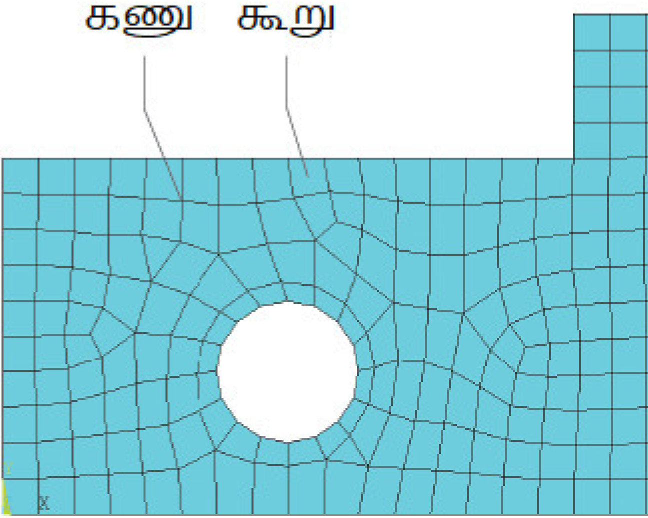
இவற்றை முழுமையான, சிக்கலான வடிவங்களாக இல்லாமல் எளிய சிறு கூறுகளாகப் பிரித்துப் பகுப்பாய்வு செய்வது ஆகக்கூடியது. இந்த பாகத்தை நாம் கருத்தியல்படி சிறு கூறுகளாகப் பிரித்துக் கொள்வோம். இந்த

சிறு கூறுகள் கணுக்களில் மூட்டப்பட்டுள்ளன என்று கருதுவோம். இம்மாதிரி சிறு கூறுகளாகப் பிரித்துக் கணுக்களில் மூட்டி இருக்கும் தொகுப்பைக் கண்ணி (mesh) என்று சொல்கிறார்கள். இம்மாதிரி கண்ணிகளில் உள்ள எளிய சிறுகூறுகளில் தகைவு, வெப்பம் ஆகியவற்றின் விளைவுகளையும் பற்றிப் பகுப்பாய்வு செய்யலாம். இதுதான் சிறுகூறு பகுப்பாய்வு.

**கண்ணி உருவாக்கம் (Mesh generation)**

ஒரு எடுத்துக்காட்டு படத்தில் காணலாம். இந்தத் தகடு 2 மிமீ சீரான தடிமன் உள்ளது என்று வைத்துக் கொள்வோம். இந்தத் தகடு பாகத்தை பெரும்பாலும் செவ்வக வடிவத்திலுள்ள கூறுகளாகப் பிரித்துக் கொள்ளலாம்.

**ஃப்ரீகேட் சிறுகூறு பகுப்பாய்வு பணிமேடை**




கண்ணி உருவாக்கம்

(FEM Workbench)

**முன்செயலாக்கம்**

நம்முடைய முதல் வேலை ஃப்ரீகேட் பயன்படுத்தி நமக்கு வேண்டிய பாகத்தின் 3D மாதிரியை உருவாக்குதல்.

**ஒரு பகுப்பாய்வை உருவாக்குதல்**

அடுத்து அந்த பாகத்தில் எந்த இடத்தில் நாம் தாங்கப் போகிறோம் எந்த இடத்தில் பளு ஏற்றுவோம் என்பனவற்றை உருவகப்படுத்த வேண்டும். பின்னர் கண்ணி உருவாக்கும் Gmsh அல்லது Netgen போன்ற திறந்த மூலக் கருவிகளை வைத்து மேற்கண்ட படத்தில் உள்ளது போல கண்ணி உருவாக்க வேண்டும்.

**தீர்வு காணுதல்**

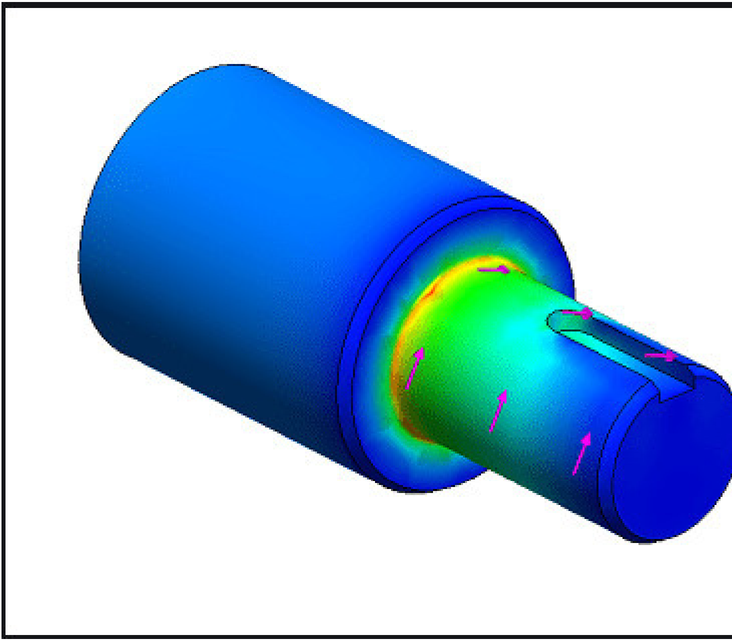
அடுத்து கேல்குலிக்ஸ் (Calculix) போன்ற திறந்த

மூலக் கருவிகளைப் பயன்படுத்தி ஒவ்வொரு சிறு கூறிலும் வரும் தகைவு, வெப்பம் ஆகியவற்றின் தீர்வு காணுதல்.

**பின்செயலாக்கம்**

அடுத்து பகுப்பாய்வு முடிவுகளை ஃப்ரீகேட் இல் காட்சிப்படுத்துதல். தேவைப்பட்டால் பாராவியூ (Paraview) போன்ற திறந்த மூல வெளிக் கருவிகளையும் நாம் இந்த காட்சிப்படுத்துதல் வேலைக்குப் பயன்படுத்திக்கொள்ளலாம். இம்மாதிரி காட்சிப்படுத்தும் போது தகைவு குறைவாக உள்ள கூறுகளை பச்சை வண்ணத்திலும், நடுத்தரமாக உள்ள கூறுகளை மஞ்சள் வண்ணத்திலும் மற்றும் தகைவு அதிகம் உள்ள கூறுகளை சிவப்பு வண்ணத்திலும் காட்டும்.

எடுத்துக்காட்டாக சுழல் தண்டுகளில் கூர்மையான மூலைகள் (sharp corners) இருந்தால்



தகைவு குவித்தல்

அங்கு தகைவு குவித்தல் (stress concentration) ஆகி விடும். அங்குள்ள கூறுகளை சிவப்பு வண்ணத்தில் காட்டும். அந்தக் கூர்மையான மூலைகளில் விளிம்புப்பட்டி (fillet) போட்டு சீராக்கி திரும்பவும் பகுப்பாய்வை ஓட்டுங்கள். இவ்வாறு படிப்படியாக உங்கள் வடிவமைப்பை மேம்படுத்த முடியும்.

### நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. Eigenfrequency Analysis of a Truss Bridge – Wikimedia C
2. Shaft stress concentration factor

# 18. எண்சார்ந்த பகுப்பாய்வு (Numerical Analysis)

உங்கள் முன்னிருக்கும் ஒரு பொறியியல் வடிவமைப்பு பிரச்சனைக்கு தீர்வு காண உங்களுக்கு ஒரு நூதனமான எண்ணம் உதிக்கிறது என்று வைத்துக்கொள்வோம். இந்தக் கருத்துரு நடைமுறையில் செயல்படுமா என்பதை எவ்வாறு நிரூபணம் செய்வது? மேட்லாப் (MATLAB) போன்ற கணித ரீதியான "முன்மாதிரி" மற்றும் சிமுலிங்க் (Simulink) போன்ற அமைப்புகள் "கருத்துருக்கான ஆதாரம் (proof of concept)" அமைப்புகளை உருவாக்குவதற்கு மிகவும் மதிப்புமிக்கதாக இருக்கின்றன. அதன் பின்னர்தான் அந்த கருத்துருவை மேம்பாடு செய்து

செயல்முறைக்குக் கொண்டுவர ஒரு குழுவை அமைக்கவும் முதலீடு செய்யவும் நிறுவனத்தின் தலைவர்கள் முன் வருவார்கள்.

### மேட்லாப் உடன் சிமுலிங்க்

இந்த மேட்லாப் போன்ற மென்பொருட்கள் எந்த விதத்தில் சிறப்பானவை? பொறியியல் மற்றும் அறிவியல் பிரச்சினைகளைக் கணித ரீதியாக வரிசைகளும் பத்திகளும் கொண்ட தளவணிகளாக (matrix) உருவகிக்கலாம். இந்தத் தளவணிகளைக் கையாளுவதை (matrix manipulations) இவை சிறப்பாகச் செய்கின்றன. மேலும் செயல்பாடுகள் மற்றும் தரவுகளை கட்டப்படமாக வரைதல் (charting), வினைச்சரங்களைச் செயல்படுத்தல் (implementation of algorithms) ஆகியவற்றையும் செய்யமுடியும். ஜாவா, பைதான், சி போன்ற நிரல் மொழிகளுடன் இணைந்து

வேலை செய்யக்கூடிய இடைமுகம் கொண்டவை.

சிமுலிங்க் மென்பொருள் மாதிரியில் தொடங்கி வடிவமைத்தல் (Model-Based Design) வேலை செய்யக்கூடியது. மேலும் இது பாவனையாக்கல் (simulation) மற்றும் தானியங்கி நிரல் இயற்றல் (automatic code generation) செய்யக்கூடியது.

வாகனம் (automobile) மற்றும் வானூர்தித் (aeronautics) துறைகளில் பொறியியல் வேலைகளுக்கு, மேட்லாப் மற்றும் சிமுலிங்க் போன்ற எண்சார்ந்த பகுப்பாய்வு வணிகக் கருவிகள் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

## குனு ஆக்டேவ் (GNU Octave)

உங்களுக்கு மேட்லாப் நிரல் மொழி தெரிந்திருந்தால், குனு ஆக்டேவ் மேட்லாப் க்கு சிறந்த திறந்த மூல மாற்றாகக் கருதப்படுகிறது.

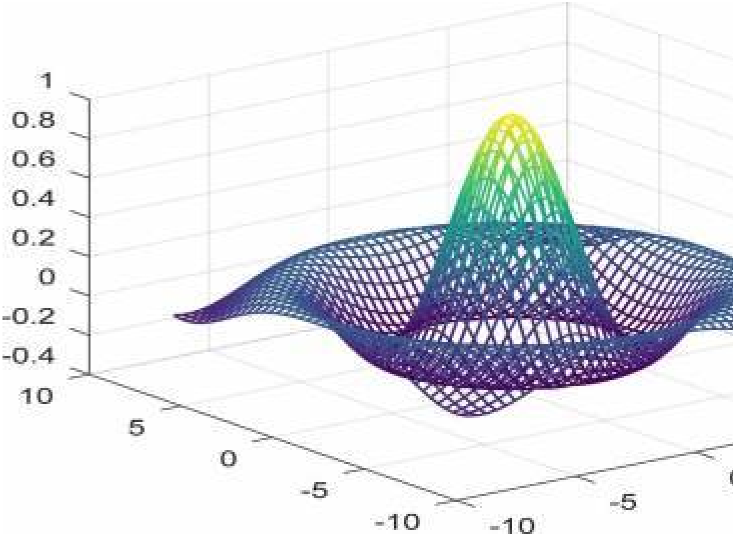
ஏனெனில் ஆக்டேவ் நிரல் மொழியின் சொற்றொடர் (syntax) பெரும்பாலும் மேட்லாப் உடன் ஒத்துப்போகும். மேலும், இது லினக்ஸ், விண்டோஸ் மற்றும் மேக் கணினிகளிலும் இயங்குகிறது. இருப்பினும், இத்துடன் சிமுலிங்க் போன்ற துணைக்கருவி இல்லை.

### ஓபன்மாடலிகா (OpenModelica)

திறந்த மூல ஓபன்மாடலிகா சிமுலிங்க் க்கு ஒரு மாற்று மட்டுமல்ல, பல அம்சங்களிலும் இதன் நிரல் மொழி சிறந்தது என்று பலர் கூறுகிறார்கள்.

### சைலேப் (Scilab) உடன் எக்ஸ்காஸ் (Xcos)

மேட்லாப் போன்ற எண்ணியல் கணக்கீட்டுத் திறனையும், மாதிரி தொகுப்பு வேலைகளுக்கு சிமுலிங்க் போன்ற மாதிரி தொகுப்பி மற்றும் நூலக உலாவியைக் கொண்ட சூழலையும் கொண்ட ஒரு திறந்த மூல மென்பொருளை நீங்கள்




குனு ஆக்டேவ் 3D கண்ணி வரைபடம்

தேடுகிறீர்கள் என்றால் இதுதான் நல்ல தீர்வு.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. GNU Octave

# 19. சிஎன்சி நிரல் இயற்றல் (Computer Aided Manufacturing – CAM)

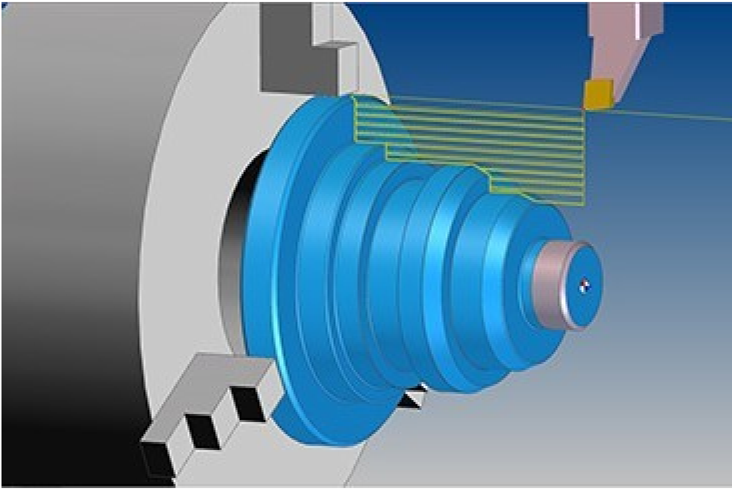
கணினி எண்ணிம கட்டுப்பாட்டு (Computer Numerically Controlled) எந்திரங்களைத் தமிழில் அஃகுப்பெயராக கயெக எந்திரங்கள் என்று கூறலாம். இவற்றுக்கு எவ்வாறு நிரல் எழுதுவது என்பது பற்றிய என்னுடைய முந்தைய கட்டுரையை இந்த இணைப்பில் காணலாம் கயெக நிரலாக்கம் (CNC Programming). கயெக எந்திரங்கள் பற்றிய அடிப்படைகள் தெரிந்துகொள்ள என்னுடைய எளிய தமிழில் CNC மின்னூலை இந்த இணைப்பில் பதிவிறக்கம்

செய்யலாம்.

நாம் ஒரு பாகத்தை CNC இயந்திரத்தில் வெட்டித் தயாரிக்க வேண்டுமென்று வைத்துக் கொள்வோம். அதற்கு G நிரல் (G code) எழுத வேண்டும். இந்த G நிரல் முதலில் கச்சாப் பொருளின் வடிவத்தில் தொடங்கி, படிப்படியாக வெட்டிக் கடைசியாக அந்த பாகத்தின் வடிவத்தை எவ்வாறு அடைவோம் என்ற விவரங்களைக் கொண்டிருக்கும்.

## கயெக நிரல் இயற்றிகள் எவ்வாறு நிரல் எழுதும் வேலையை எளிதாக்குகின்றன

ஒவ்வொரு வரியாகக் கையால் நிரல் எழுதுவதற்குப் பதிலாக நாம் தயாரிக்க வேண்டிய பாகத்தின் வரைபடத்தைக் கொடுத்தால் G நிரல் இயற்றித் தரவல்ல செயலி இருந்தால் பயனுள்ளதாக இருக்கும் அல்லவா? இம்மாதிரி



கடைசல் இயந்திரம் உளிப்பாதை

செய்யவல்ல திறந்த மூல கயெக நிரல் இயற்றிகள் சிலவற்றைப் பற்றி இக்கட்டுரையில் பார்ப்போம். இவை சோர்வூட்டுகிற, திரும்பத்திரும்பச் செய்ய வேண்டிய வேலைகளை எளிதாக்குகின்றன. இருப்பினும் நாம் எம்மாதிரி கச்சாப் பொருளில் தொடங்குகிறோம், எம்மாதிரி சிஎன்சி எந்திரம் நம்மிடம் உள்ளது, எம்மாதிரி வெட்டுளிகளைப் பயன்படுத்தப் போகிறோம் என்பது போன்ற எல்லா விவரங்களையும் நாம்தான் மிகக் கவனமாக உள்ளீடு செய்ய வேண்டும். மேலும் இவை இயற்றிய நிரலை சரிபார்த்து சில சிறு திருத்தங்களையும் நாம்தான் செய்ய வேண்டும்.

நிரல் எழுதுவது எளிதானதா அல்லது கடினமானதா என்பதை ஏறுவரிசையில் கீழ்க்கண்டவாறு வரிசைப்படுத்தலாம்.

### 2D பக்கத்தோற்ற வெட்டு (profile cutting)

பீற்று நீர் (Water jet), மின்ம (Plasma), சீரொளி (Laser) வெட்டு ஆகிய எந்திரங்கள் எஃகு (steel), துருப்பிடிக்கா எஃகு (stainless steel) மற்ற உலோகங்கள் மற்றும் உலோகம் அல்லாத பொருட்களிலும் தகடுகளைத் தேவையான பக்கத்தோற்ற வெட்டு வேலை செய்யப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம்மாதிரி வேலைகளைச் செய்யும் சிஎன்சி எந்திரங்கள் X அச்சு, Y அச்சு ஆக இரண்டு அச்சுகள் மட்டுமே கொண்டவை. ஆகவே இவற்றுக்கு நிரல் இயற்றல் ஓரளவு எளிதானது. இவற்றுக்கு 2D G நிரல் இயற்றினால் போதுமானது.

**சிஎன்சி உளிக் குடைதல் (CNC Router)**

மரம், ஆடியிழை (fibre-glass) போன்ற கலவைப் பொருட்கள், அலுமினியம், எஃகு, நெகிழி போன்ற பல்வேறு கடினமான பொருட்களை வெட்டுவதற்கு

உளிக் குடைதல் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உளிக் குடைதல் செய்யும் சிஎன்சி எந்திரங்கள் X அச்சு, Y அச்சு ஆக இரண்டு அச்சுகள் தவிர Z அச்சும் கொண்டவை. இந்த Z அச்சு பல்வேறு ஆழங்களில் குடைதல் செய்ய மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆகவே இவற்றுக்கு நிரல் இயற்றல் பக்கத்தோற்ற வெட்டைவிட ஒரு படி மட்டுமே கடினம் அதிகமானது.

### சிஎன்சி கடைசல் இயந்திரம் (Lathe)

இவற்றுக்கு X அச்சு மற்றும் Z அச்சு ஆக இரண்டு அச்சுகளே பெரும்பாலும் இருக்கும். ஆகவே இவற்றுக்கு நிரல் இயற்றுவதும் மிகக் கடினமல்ல.

### சிஎன்சி துருவல் இயந்திரம் (Milling Machine)

இவற்றுக்கு X அச்சு, Y அச்சு , Z அச்சு ஆக மூன்று அச்சுகள் பெரும்பாலும் இருக்கும். ஆகவே இவற்றுக்கு நிரல் இயற்றுவது ஓரளவு

கடினமானது.

### சிஎன்சி கடைசல் மையம் (Turning Centre)

இவற்றுக்கு X அச்சு, Y அச்சு , Z அச்சு ஆக மூன்று அச்சுகள் தவிர உளிக் கோபுரம் ஓரிரு அச்சுகளில் திரும்பக்கூடும். ஆகவே இவற்றுக்கு நிரல் இயற்றுவது மிகக் கடினமானது.

### சிஎன்சி துருவல் மையம் (Machining Centre – VMC ▯ HMC)

இவற்றுக்கு X அச்சு, Y அச்சு , Z அச்சு ஆக மூன்று நேர் அச்சுகள் தவிர A, B, C என்று மூன்று வரை சுழல் அச்சுகளும் இருக்கக் கூடும். ஆகவே இவற்றுக்கு நிரல் இயற்றுவது மிகமிகக் கடினமானது.

### சிஎன்சி நிரல் இயற்றத் திறந்தமூல மென்பொருட்கள்

டிஎக்ஸ்எஃப் இலிருந்து G நிரல் (Dxf2Gcode),

சால்வ்ஸ்பேஸ் CNC நிரல் இயற்றல் இரண்டும் 2D நிரல் இயற்றக் கூடியவை. ஃப்ரீகேட் வெட்டுப்பாதை பணிமேடை 3D நிரல் இயற்றக் கூடியது. இவற்றைப் பற்றி விவரமாக அடுத்து வரும் கட்டுரைகளில் பார்க்கலாம்.

**குறிப்பு**: முப்பரிமாண அச்சிடல் (3D Printing) அல்லது பொருள் சேர் உற்பத்தி (Additive Manufacturing) வேலை செய்வதற்கும் நாம் நிரல் இயற்ற முடியும். இது பற்றி பின்னர் ஒரு கட்டுரைத் தொடரில் பார்ப்போம்.

**நன்றி தெரிவிப்புகள்**

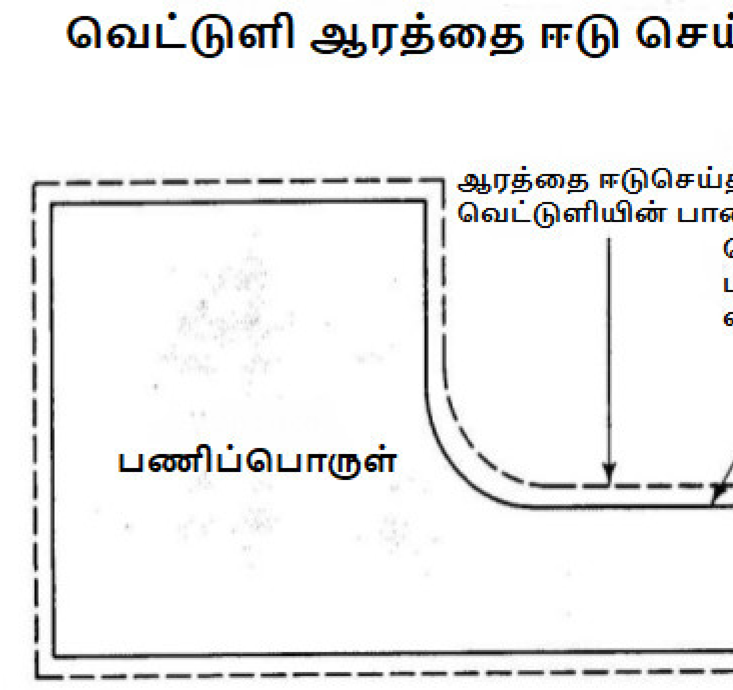
1. Hexagon AB – SURFCAM Turning

# 20. 2D உருவரையிலிருந்து CNC நிரல் இயற்றல்

**வெட்டுளி ஆரத்தை ஈடு செய்தல் (cutter radius compensation)**

தகடு, பலகை போன்ற தட்டையான கச்சாப்பொருட்களில் வெளி வடிவத்தை வெட்டுவதை பக்கத்தோற்ற வெட்டு (profile cutting) என்கிறார்கள். உள்பக்கத்தை வெட்டுவதை உட்பள்ள வெட்டு (pocket cutting) என்கிறார்கள். இம்மாதிரி வெட்டை சிஎன்சி உளிக் குடைதல் (CNC Router) பயன்படுத்திச் செய்ய வேண்டுமென்றால் G நிரலில் நாம் படத்தில் கண்டவாறு வெட்டுளி ஆரத்தை ஈடு செய்ய வேண்டும்.

வழக்கமான துருவல் என்றால் G42 நிரல்




வெட்டுளி ஆரத்தை ஈடு செய்தல்

பயன்படுத்த வேண்டும். ஏறு துருவல் என்றால் G41 நிரல் பயன்படுத்த வேண்டும்.

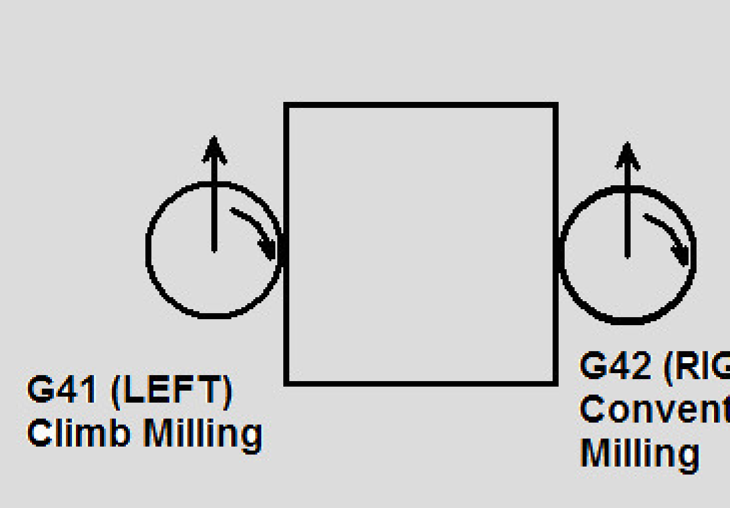
வழக்கமான துருவலும் (Conventional milling) ஏறு து(

வெட்டுளி ஆரத்தை ஈடு செய்வதை நீக்க G40 நிரல் பயன்படுத்த வேண்டும்.

**உடைக்கும் ஒட்டு (Breaks) அல்லது பிடிப்பு ஒட்டு (Holding Tab)**

பாகத்தைப் பிடித்து வேலை செய்ய உதவ சில மெல்லிய பகுதிகளை வெட்டாமல் விட்டுவிடுவதை உடைக்கும் ஒட்டு அல்லது பிடிப்பு ஒட்டு என்று சொல்கிறார்கள். வெட்டு வேலை முடிந்த பின் பாகத்தைக் கழட்டி எடுத்து, பின்னர் இவற்றை உடைத்து விட்டு ராவி (filing) சமன் செய்ய வேண்டும்.

**இழுவை கத்திகள் (Drag Knives)**




வழக்கமான துருவலும் ஏறு துருவலும்

வழக்கமான கத்தியால் நீங்கள் வெட்டக்கூடிய எதையும் இழுவை கத்தி பயன்படுத்தி வெட்டலாம். ஆனால் சிஎன்சி உளி குடாய்தல் அல்லது துருவல் எந்திரத்தின் வேகம் மற்றும் துல்லியத்துடன். எடுத்துக்காட்டாக தோல் அல்லது செயற்கைத்தோல் விரிப்புகளிலிருந்து பெண்களின் கைப்பை போன்ற பொருட்களைத் தயாரிக்கத் தேவையான வடிவங்களில் துல்லியமாகவும் விரைவாகவும் வெட்ட முடியும்.

## சால்வ்ஸ்பேஸ் CNC நிரல் இயற்றல்

எளிய 2D பாகங்களுக்கு G நிரலை சால்வ்ஸ்பேஸ் இயல்பாகவே உருவாக்க முடியும். உள்ளமைவுத் திரையில் “ஏற்றுமதி செய்த G நிரல் அளவுருக்களைப்” பாருங்கள். இதில் வெட்டுளி ஆரத்தை ஈடு செய்யவும் முடியும்.

## டிஎக்ஸ்எஃப் இலிருந்து G நிரல் (Dxf2Gcode)

## இயற்றல்

இந்தத் திறந்த மூல மென்பொருள் DXF, PDF மற்றும் PS போன்ற கோப்பு வடிவங்களில் உள்ள வரைபடங்களில் தொடங்கி CNC இயந்திர உளி வெட்டுப்பாதைக்கான G நிரல் இயற்றக் கூடியது. இது கடைசல் எந்திரத்திற்கும் (Lathe) நிரல் இயற்றக் கூடியது. இதற்கான பிற்செயலாக்கம் (postprocessing) செய்ய அமைப்புவடி

இதன் முக்கிய அம்சங்கள்:

- இது லினக்ஸ் விண்டோஸ் மற்றும் மாக் கணினிகளிலும் ஓடும்.
- இது EMC2 (LinuxCNC) சிஎன்சி எந்திரக் கட்டுப்படுத்தியுடன் ஒருங்கிணைக்கப்பட்டது.
- செவ்வகச்சாவி (splines) வெட்டும்போது நேர்கோடுகளாகவும் வட்டப் பகுதிகளாகவும்

(arcs) பிரித்துச் செய்வதால் துல்லியம் அதிகம்.

-  துருவல் அளவுருக்களை (parameter) அடுக்குகளாகப் (layers) பிரித்துக் கொடுக்க முடியும்.
-  மேற்கண்டவாறு உடைக்கும் ஒட்டு (Breaks) அல்லது பிடிப்பு ஒட்டு (Holding Tab) செய்ய முடியும்.
-  மேற்கண்டவாறு இழுவை கத்திக்கான G நிரல் இயற்ற முடியும்.
-  வெட்டுளியை விரைவாக நகர்த்த நாம் G0 நிரல் எழுதினால் அதற்கு மிகச் சுருக்கமான பாதையைக் கண்டுபிடிக்கும்.
-  G நிரல் இயற்றியபின் வெட்டுப் பாதைகளை 3D பாவனையாக்கல் செய்து சரி பார்க்க முடியும்.

## டிஎக்ஸ்எஃப் இலிருந்து G நிரல் (Dxf2Gcode) செய்ய இயலாத வேலைகள்

இதில் 3D துருவலுக்கு நிரல் இயற்ற முடியாது.

**நன்றி தெரிவிப்புகள்**

1. BASIC PROGRAMMING OF CNC MILLING MACHINE –
2. Outside Profile, Cutter Radius Offset Compensation – Elo

# 21. 3D CNC நிரல் இயற்றல்

### பலவிதமான சிஎன்சி இயந்திரங்கள்

**க**ணினி **எ**ண்ணிம **க**ட்டுப்பாட்டு (Computer Numerically Controlled) எந்திரங்களை சுருக்கமாகக் கயெக (CNC) எந்திரம் என்று கூறலாம். சந்தையில் கீழ்க்கண்டவாறு பலவிதமான கயெக (CNC) இயந்திரங்களும் அவற்றுக்கான கட்டுப்படுத்திகளும் உள்ளன.

-  கயெக துருவல் எந்திரங்கள் (CNC mills)
-  கயெக கடைசல் எந்திரங்கள் (CNC lathes)
-  இழுவை கத்தி எந்திரங்கள் (DragKnife Cutters)
-  சீரொளி வெட்டு எந்திரங்கள் (Laser Cutters)
-  செதுக்கும் எந்திரங்கள் (Engravers)

- மின்ம வெட்டு எந்திரங்கள் (Plasma Torch Cutters)
- கம்பி வளைக்கும் எந்திரங்கள் (Wire Benders)
- மின்பொறி அரிப்பு எந்திரங்கள் (Electrical Discharge Machining – EDM Cutters)

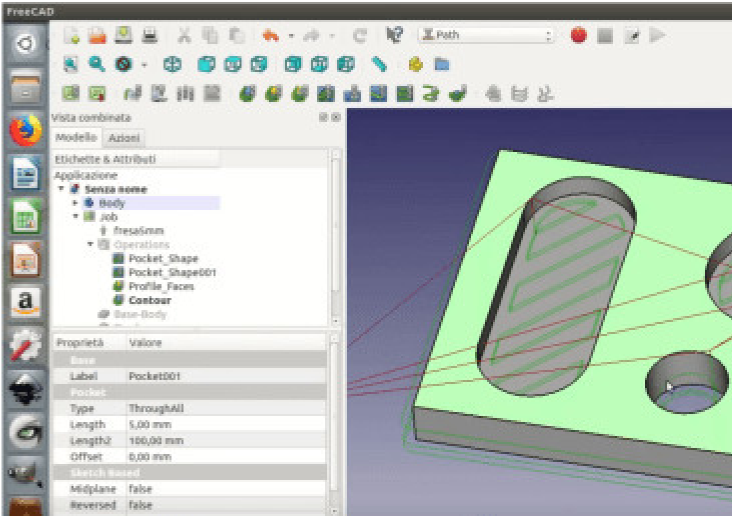
### பிற்செயலாக்கம் (postprocessor)

ஒவ்வொரு மாதிரியான எந்திரக் கட்டுப்படுத்திக்கும் G நிரல் எழுதுவதில் சில வேறுபாடுகளும் இருக்கும். திறந்த மூல G நிரல் இயற்றிகள் (CAM) பெரும்பாலும் திறந்த மூல EMC2 (LinuxCNC) கட்டுப்படுத்திக்கு G நிரல் இயற்றுகின்றன. மற்ற கயெக எந்திரத் தயாரிப்பாளர்கள் தேவைக்குத் தகுந்தாற்போல் நாம் G நிரலை பிற்செயலாக்கம் (postprocessor) மூலம் மாற்றிக்கொள்ள வேண்டும்.

**ஃப்ரீகேட் வெட்டுப்பாதை பணிமேடை (Path Workbench)**

ஃப்ரீகேட் வெட்டுப்பாதை பணிமேடையில் கடைசல், துருவல் சீரொளி வெட்டு போன்ற பல இயந்திரங்களுக்கு சிஎன்சி நிரல் எழுதலாம். G நிரல் பின்வருமாறு இயற்ற முடியும்:

- பாகம், பாகம் வடிவமைப்பு மற்றும் உருவரைவுப் பணி மேடைகளில் தயாரித்த 3D மாதிரியிலிருந்து தொடங்கலாம்.
- வெட்டுப் பாதை பணி மேடையில் ஒரு வேலையைத் (job) தொடங்க வேண்டும். எம்மாதிரி கச்சாப் பொருளிலிருந்து தொடங்கப் போகிறோம், எந்திரத்தில் எம்மாதிரி கருவிகள் உள்ளன, எவ்வளவு வேகம் போன்ற விவரங்களை உள்ளிட வேண்டும்.




ஃப்ரீகேட் வெட்டுப்பாதை பணிமேடை

- அடுத்து வேலைக்குத் தேவைப்படும் கருவிகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.
- வெளிவெட்டு (Contour) மற்றும் உள்வெட்டு (Pocket) செயல்பாடுகளை வைத்து வெட்டுப் பாதைகள் உருவாக்கப்படும். இந்த G நிரல் நாம் மேலே பார்த்தபடி திறந்த மூல EMC2 (LinuxCNC) கட்டுப்படுத்திக்கு ஏற்றதாக இருக்கும்.
- இதை பிற்செயலாக்கம் (postprocessor) பயன்படுத்தி உங்களின் இயந்திரத்துக்கு ஏற்ற G நிரலாக மாற்றிக்கொள்ள வேண்டும்.

## இயற்றிய வெட்டுப் பாதைகளை சரிபார்த்தல்

இயற்றிய வெட்டுப் பாதைகளை சரிபார்க்க இரண்டு வழிகள் உள்ளன. முதல் வழி Inspect.jpg என்ற கருவியைப் பயன்படுத்துவது. இயற்றிய G நிரலில் நாம் வரிகளைத் தேர்வு செய்தால் அதையொத்த வெட்டுப்பாதை முன்னிலைப்

படுத்தப்படும் (highlighted). இரண்டாவது வழி வெட்டுப் பாதையை முழுமையாக, படத்தில் கண்டவாறு, பாவனையாக்குதல்.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. FreeCad 0 18 PATH Workbench and G-code simulation

# 22. பாகங்களின் பட்டியல் (Bill of Materials)

சரி, பாகங்களை வரைந்து விட்டீர்கள். அவற்றைத் தொகுத்துப் பார்த்து விட்டீர்கள். தொகுத்த பின் இயக்கியும் பார்த்து விட்டீர்கள். பொறியியல் பகுப்பாய்வு செய்தாகிவிட்டது. அடுத்து தயாரிப்பைத் தொடங்க வேண்டும் அல்லவா? ஆகவே, வடிவமைப்பு மற்றும் வளராக்கத் துறையிலிருந்து (design and development department) உற்பத்தித் துறைக்கு (production department) இந்தத் தயாரிப்பை வெளியீடும் செய்து விட்டீர்கள்.

பாகங்களின் பட்டியலை எடுத்து உற்பத்தித் துறையினர் எந்தெந்த பாகங்களைத் தங்கள்

தொழிற்சாலையிலேயே தயார் செய்வது மற்றும் எந்தெந்த பாகங்களை வெளியிலிருந்து வாங்குவது (Make-or-Buy decision) என்று முடிவு செய்வார்கள். இந்தக் கட்டத்தில் குழு முயற்சியில் வேலைகள் ஒழுங்காக நடைபெற பாகங்களின் பட்டியல் மிகவும் இன்றியமையாத அடிப்படை. மேலும் தற்காலத்தில் நாம் தயாரிப்புகளில் மின்னணுவியல் பாகங்களைப் பெரும்பாலும் பயன்படுத்துகிறோம். இவற்றை விரிதாளில் மேலாண்மை செய்ய முயன்றால் பல பிரச்சினைகளை எதிர்கொள்ள நேரிடும். ஆகவே பாகங்கள் பட்டியல் மென்பொருள் அவசியம் தேவைப்படுகிறது.

## இன்டபாம் (Indabom) பாகங்களின் பட்டியல்

பல தயாரிப்பு வாழ்க்கை வட்ட மேலாண்மை (PLM) மற்றும் பாகங்கள் பட்டியல் (BOM) கருவிகள்

பெரும்பாலான நிறுவனங்கள் உண்மையில் பயன்படுத்துவதை விட அதிக அம்சங்களைக் கொண்டுள்ளன. இம்மாதிரி மென்பொருட்களை வாங்க விலை அதிகம் மட்டுமல்லாமல் பராமரிப்புக்கும் அதிக செலவு ஆகும். குறிப்பாக தொடக்கநிலை மற்றும் சிறு நிறுவனங்களுக்கு இது பெரும் பிரச்சினையாகிறது. இதற்கு மாறாக திறந்த மூல இண்டபாம் நிறுவவும், பயன்படுத்தவும் மிகவும் எளிதானது.

இந்த மென்பொருளில் உங்கள் பாகங்கள் பட்டியல், பாகங்களை நீங்களே தயாரிக்கப் போகிறீர்களா அல்லது எங்கிருந்து வாங்கப் போகிறீர்கள் (component sourcing) மற்றும் மாற்றக் கட்டுப்பாடு (revision control) ஆகியவற்றில் மட்டுமே கவனம் செலுத்துகிறார்கள். தொகுப்புகள், துணைத்தொகுப்புகள், பாகங்கள் ஆகியவை பெற்றோர் பிள்ளை (Parent-Child) உறவுமுறையில்

அடுக்கு வரிசையில் காட்டப்படும்.

தற்காலத்தில் பெரும்பாலான பொறியியல் சாதனங்களில் மின்னணுவியல் கட்டுப்பாடுகள் பரவலாகப் பொருத்தப்படுகின்றன என்பது தெரிந்ததே. இவற்றுக்கு மவுசர் (Mouser), ஆக்டோபார்ட் (Octopart), டிஜிகீ (Digikey) போன்ற மின்னணுவியல் பாகங்கள் விநியோக நிறுவனங்களின் நவீன இணையதளங்களுடன் ஒருங்கிணைத்து வாங்கும் விலையையும் மற்ற விவரங்களையும் தானியங்கியாகப் பெற்றுத்தரும் வசதியும் உள்ளது.

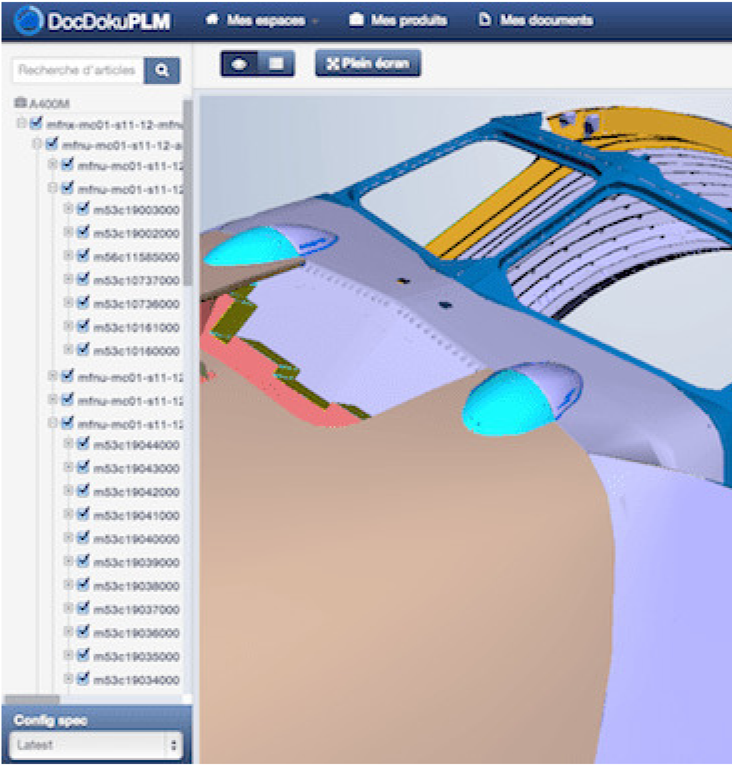
**தயாரிப்பு மேலாண்மை (PLM/PDM)**

பெரும் நிறுவனங்களில் இதைவிட விலாவாரியான தயாரிப்புத் தரவுகள் மேலாண்மை (Product Data Management – PDM) மற்றும் தயாரிப்பு வாழ்க்கை வட்ட மேலாண்மை (Product Lifecycle

Management – PLM) ஆகிய மென்பொருட்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். சிறு மற்றும் நடுத்தர நிறுவனங்கள் இந்த மென்பொருட்களையும் பாகங்கள் பட்டியலையும் மதிப்பீடு செய்து தங்களுக்கு எது தோதானது என்று முடிவு செய்யலாம்.

## தயாரிப்பு வாழ்க்கை வட்ட மேலாண்மை – டாக்டோகு (DocDoku PLM)

பாகங்கள் பட்டியல் மென்பொருட்கள் செய்யக் கூடிய எல்லா வேலைகளையும் திறந்த மூல டாக்டோகு செய்யும். தவிர உங்கள் தயாரிப்பை இணைய உலாவியிலேயே 3D உருவகப்படுத்திப் பார்க்க முடியும். தொகுப்புகளின் கிளைப்படத்தில் பாகங்களை உளது/இலது (On/Off) என்று மாற்றினால் 3D உருவகப்படுத்துதல் அதேபோல மாறும்.




டாக்டோகு PLM - வானூர்தி

பணிப்போக்கு (workflow) என்பது முடிக்க வேண்டிய பல்வேறு பணிகள் மற்றும் அவற்றின் வரிசை முறைகளைக் காட்டும். இந்தப் பணிகள் ஒரே பணியிடத்தைச் சேர்ந்த வெவ்வேறு பயனர்களுக்கு பங்கு அடிப்படையில் (role based) ஒதுக்கப்படும்.

## தயாரிப்பு வாழ்க்கை வட்ட மேலாண்மை – ஓடூ (Odoo PLM)

ஓடூ என்பது திறந்த மூலத் தொழில்வளத் திட்டமிடல் (Enterprise Resource Planning) மென்பொருள். உங்கள் நிறுவனத்திற்கு இதைப் பயன்படுத்துகிறீர்கள் என்றால் இதன் நீட்சியாகத் தயாரிப்பு வாழ்க்கை வட்ட மேலாண்மை நிரல்கூறு (module) நிறுவிப் பயன்படுத்தலாம்.

## நன்றி தெரிவிப்புகள்

1. DocDoku Blog

**மின்புத்தகங்களைப் படிக்க உதவும் கருவிகள்:**

மின்புத்தகங்களைப் படிப்பதற்கென்றே கையிலேயே வைத்துக் கொள்ளக்கூடிய பல கருவிகள் தற்போது சந்தையில் வந்துவிட்டன. Kindle, Nook, Android Tablets போன்றவை இவற்றில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. இத்தகைய கருவிகளின் மதிப்பு தற்போது 4000 முதல் 6000 ரூபாய் வரை குறைந்துள்ளன. எனவே பெரும்பான்மையான மக்கள் தற்போது இதனை வாங்கி வருகின்றனர்.

**ஆங்கிலத்திலுள்ள மின்புத்தகங்கள்:**

ஆங்கிலத்தில் லட்சக்கணக்கான மின்புத்தகங்கள் தற்போது கிடைக்கப்

பெறுகின்றன. அவை PDF, EPUB, MOBI, AZW3. போன்ற வடிவங்களில் இருப்பதால், அவற்றை மேற்கூறிய கருவிகளைக் கொண்டு நாம் படித்துவிடலாம்.

**தமிழிலுள்ள மின்புத்தகங்கள்:**

தமிழில் சமீபத்திய புத்தகங்களெல்லாம் நமக்கு மின்புத்தகங்களாக கிடைக்கப்பெறுவதில்லை. ProjectMadurai.com எனும் குழு தமிழில் மின்புத்தகங்களை வெளியிடுவதற்கான ஓர் உன்னத சேவையில் ஈடுபட்டுள்ளது. இந்தக் குழு இதுவரை வழங்கியுள்ள தமிழ் மின்புத்தகங்கள் அனைத்தும் PublicDomain-ல் உள்ளன. ஆனால் இவை மிகவும் பழைய புத்தகங்கள்.

சமீபத்திய புத்தகங்கள் ஏதும் இங்கு கிடைக்கப்பெறுவதில்லை.

**சமீபத்திய புத்தகங்களை தமிழில் பெறுவது**

**எப்படி?**

அமேசான் கிண்டில் கருவியில் தமிழ் ஆதரவு தந்த பிறகு, தமிழ் மின்னூல்கள் அங்கே விற்பனைக்குக் கிடைக்கின்றன. ஆனால் அவற்றை நாம் பதிவிறக்க இயலாது. வேறு யாருக்கும் பகிர இயலாது.

சமீபகாலமாக பல்வேறு எழுத்தாளர்களும், பதிவர்களும், சமீபத்திய நிகழ்வுகளைப் பற்றிய விவரங்களைத் தமிழில் எழுதத் தொடங்கியுள்ளனர். அவை இலக்கியம், விளையாட்டு, கலாச்சாரம், உணவு, சினிமா, அரசியல், புகைப்படக்கலை, வணிகம் மற்றும் தகவல் தொழில்நுட்பம் போன்ற பல்வேறு தலைப்புகளின் கீழ் அமைகின்றன.

நாம் அவற்றையெல்லாம் ஒன்றாகச் சேர்த்து தமிழ் மின்புத்தகங்களை உருவாக்க உள்ளோம்.

அவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மின்புத்தகங்கள் Creative Commons எனும் உரிமத்தின் கீழ் வெளியிடப்படும். இவ்வாறு வெளியிடுவதன் மூலம் அந்தப் புத்தகத்தை எழுதிய மூல ஆசிரியருக்கான உரிமைகள் சட்டரீதியாகப் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் அந்த மின்புத்தகங்களை யார் வேண்டுமானாலும், யாருக்கு வேண்டுமானாலும், இலவசமாக வழங்கலாம்.

எனவே தமிழ் படிக்கும் வாசகர்கள் ஆயிரக்கணக்கில் சமீபத்திய தமிழ் மின்புத்தகங்களை இலவசமாகவே பெற்றுக் கொள்ள முடியும்.

**தமிழிலிருக்கும் எந்த வலைப்பதிவிலிருந்து வேண்டுமானாலும் பதிவுகளை எடுக்கலாமா?**

கூடாது.

ஒவ்வொரு வலைப்பதிவும் அதற்கென்றே ஒருசில அனுமதிகளைப் பெற்றிருக்கும். ஒரு வலைப்பதிவின் ஆசிரியர் அவரது பதிப்புகளை “யார் வேண்டுமானாலும் பயன்படுத்தலாம்” என்று குறிப்பிட்டிருந்தால் மட்டுமே அதனை நாம் பயன்படுத்த முடியும்.

அதாவது “Creative Commons” எனும் உரிமத்தின் கீழ் வரும் பதிப்புகளை மட்டுமே நாம் பயன்படுத்த முடியும்.

அப்படி இல்லாமல் “All Rights Reserved” எனும் உரிமத்தின் கீழ் இருக்கும் பதிப்புகளை நம்மால் பயன்படுத்த முடியாது.

வேண்டுமானால் “All Rights Reserved” என்று விளங்கும் வலைப்பதிவுகளைக் கொண்டிருக்கும் ஆசிரியருக்கு அவரது பதிப்புகளை “Creative Commons” உரிமத்தின் கீழ் வெளியிடக்கோரி நாம்

நமது வேண்டுகோளைத் தெரிவிக்கலாம். மேலும் அவரது படைப்புகள் அனைத்தும் அவருடைய பெயரின் கீழே தான் வெளியிடப்படும் எனும் உறுதியையும் நாம் அளிக்க வேண்டும்.

பொதுவாக புதுப்புது பதிவுகளை உருவாக்குவோருக்கு அவர்களது பதிவுகள் நிறைய வாசகர்களைச் சென்றடைய வேண்டும் என்ற எண்ணம் இருக்கும். நாம் அவர்களது படைப்புகளை எடுத்து இலவச மின்புத்தகங்களாக வழங்குவதற்கு நமக்கு அவர்கள் அனுமதியளித்தால், உண்மையாகவே அவர்களது படைப்புகள் பெரும்பான்மையான மக்களைச் சென்றடையும். வாசகர்களுக்கும் நிறைய புத்தகங்கள் படிப்பதற்குக் கிடைக்கும்

வாசகர்கள் ஆசிரியர்களின் வலைப்பதிவு முகவரிகளில் கூட அவர்களுடைய படைப்புகளை

தேடிக் கண்டுபிடித்து படிக்கலாம். ஆனால் நாங்கள் வாசகர்களின் சிரமத்தைக் குறைக்கும் வண்ணம் ஆசிரியர்களின் சிதறிய வலைப்பதிவுகளை ஒன்றாக இணைத்து ஒரு முழு மின்புத்தகங்களாக உருவாக்கும் வேலையைச் செய்கிறோம். மேலும் அவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட புத்தகங்களை “மின்புத்தகங்களைப் படிக்க உதவும் கருவிகள்”-க்கு ஏற்ற வண்ணம் வடிவமைக்கும் வேலையையும் செய்கிறோம்.

**FREETAMILEBOOKS.COM**

இந்த வலைத்தளத்தில்தான் பின்வரும் வடிவமைப்பில் மின்புத்தகங்கள் காணப்படும்.

PDF for desktop, PDF for 6” devices, EPUB, AZW3, ODT

இந்த வலைதளத்திலிருந்து யார் வேண்டுமானாலும் மின்புத்தகங்களை

இலவசமாகப் பதிவிறக்கம்(download) செய்து கொள்ளலாம்.

அவ்வாறு பதிவிறக்கம்(download) செய்யப்பட்ட புத்தகங்களை யாருக்கு வேண்டுமானாலும் இலவசமாக வழங்கலாம்.

இதில் நீங்கள் பங்களிக்க விரும்புகிறீர்களா?

நீங்கள் செய்யவேண்டியதெல்லாம் தமிழில் எழுதப்பட்டிருக்கும் வலைப்பதிவுகளிலிருந்து பதிவுகளை
எடுத்து, அவற்றை LibreOffice/MS Office போன்ற wordprocessor-ல் போட்டு ஓர் எளிய மின்புத்தகமாக மாற்றி எங்களுக்கு அனுப்பவும்.

அவ்வளவுதான்!

**மேலும் சில பங்களிப்புகள் பின்வருமாறு:**

1. ஒருசில பதிவர்கள்/எழுத்தாளர்களுக்கு

அவர்களது படைப்புகளை “Creative Commons” உரிமத்தின்கீழ் வெளியிடக்கோரி மின்னஞ்சல் அனுப்புதல்

2. தன்னார்வலர்களால் அனுப்பப்பட்ட மின்புத்தகங்களின் உரிமைகளையும் தரத்தையும் பரிசோதித்தல்
3. சோதனைகள் முடிந்து அனுமதி வழங்கப்பட்ட தரமான மின்புத்தகங்களை நமது வலைதளத்தில் பதிவேற்றம் செய்தல்

விருப்பமுள்ளவர்கள் freetamilebooksteam@gmail.com எனும் முகவரிக்கு மின்னஞ்சல் அனுப்பவும்.

**இந்தத் திட்டத்தின் மூலம் பணம் சம்பாதிப்பவர்கள் யார்?**

யாருமில்லை.

இந்த வலைத்தளம் முழுக்க முழுக்க தன்னார்வலர்களால் செயல்படுகின்ற ஒரு வலைத்தளம் ஆகும். இதன் ஒரே நோக்கம் என்னவெனில் தமிழில் நிறைய மின்புத்தகங்களை உருவாக்குவதும், அவற்றை இலவசமாக பயனர்களுக்கு வழங்குவதுமே ஆகும்.

மேலும் இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மின்புத்தகங்கள், ebook reader ஏற்றுக்கொள்ளும் வடிவமைப்பில் அமையும்.

**இத்திட்டத்தால் பதிப்புகளை எழுதிக்கொடுக்கும் ஆசிரியர்/பதிவருக்கு என்ன லாபம்?**

ஆசிரியர்/பதிவர்கள் இத்திட்டத்தின் மூலம் எந்தவிதமான தொகையும் பெறப்போவதில்லை. ஏனெனில், அவர்கள் புதிதாக இதற்கென்று எந்தஒரு பதிவையும் எழுதித்தரப்போவதில்லை.

ஏற்கனவே அவர்கள் எழுதி வெளியிட்டிருக்கும் பதிவுகளை எடுத்துத்தான் நாம் மின்புத்தகமாக வெளியிடப்போகிறோம்.

அதாவது அவரவர்களின் வலைதளத்தில் இந்தப் பதிவுகள் அனைத்தும் இலவசமாகவே கிடைக்கப்பெற்றாலும், அவற்றையெல்லாம் ஒன்றாகத் தொகுத்து ebook reader போன்ற கருவிகளில் படிக்கும் விதத்தில் மாற்றித் தரும் வேலையை இந்தத் திட்டம் செய்கிறது.

தற்போது மக்கள் பெரிய அளவில் tablets மற்றும் ebook readers போன்ற கருவிகளை நாடிச் செல்வதால் அவர்களை நெருங்குவதற்கு இது ஒரு நல்ல வாய்ப்பாக அமையும்.

**நகல் எடுப்பதை அனுமதிக்கும் வலைதளங்கள் ஏதேனும் தமிழில் உள்ளதா?**

உள்ளது.

பின்வரும் தமிழில் உள்ள வலைதளங்கள் நகல் எடுப்பதினை அனுமதிக்கின்றன.

1. http://www.vinavu.com
2. http://www.badriseshadri.in
3. http://maattru.com
4. http://kaniyam.com
5. http://blog.ravidreams.net

**எவ்வாறு ஒர் எழுத்தாளரிடம் CREATIVE COMMONS உரிமத்தின் கீழ் அவரது படைப்புகளை வெளியிடுமாறு கூறுவது?**

இதற்கு பின்வருமாறு ஒரு மின்னஞ்சலை அனுப்ப வேண்டும்.

<துவக்கம்>

உங்களது வலைத்தளம் அருமை

[வலைதளத்தின் பெயர்].

தற்போது படிப்பதற்கு உபயோகப்படும் கருவிகளாக Mobiles மற்றும் பல்வேறு கையிருப்புக் கருவிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரித்து வந்துள்ளது.

இந்நிலையில் நாங்கள் http://www.FreeTamilEbooks.com எனும் வலைதளத்தில், பல்வேறு தமிழ் மின்புத்தகங்களை வெவ்வேறு துறைகளின் கீழ் சேகரிப்பதற்கான ஒரு புதிய திட்டத்தில் ஈடுபட்டுள்ளோம்.

இங்கு சேகரிக்கப்படும் மின்புத்தகங்கள் பல்வேறு கணிணிக் கருவிகளான Desktop,ebook readers like kindl, nook, mobiles, tablets with android, iOS போன்றவற்றில் படிக்கும் வண்ணம் அமையும். அதாவது இத்தகைய கருவிகள் support செய்யும் odt, pdf, ebub, azw போன்ற வடிவமைப்பில் புத்தகங்கள்

அமையும்.

இதற்காக நாங்கள் உங்களது வலைதளத்திலிருந்து பதிவுகளை பெற விரும்புகிறோம். இதன் மூலம் உங்களது பதிவுகள் உலகளவில் இருக்கும் வாசகர்களின் கருவிகளை நேரடியாகச் சென்றடையும்.

எனவே உங்களது வலைதளத்திலிருந்து பதிவுகளை பிரதியெடுப்பதற்கும் அவற்றை மின்புத்தகங்களாக மாற்றுவதற்கும் உங்களது அனுமதியை வேண்டுகிறோம்.

இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மின்புத்தகங்களில் கண்டிப்பாக ஆசிரியராக உங்களின் பெயரும் மற்றும் உங்களது வலைதள முகவரியும் இடம்பெறும். மேலும் இவை “Creative Commons” உரிமத்தின் கீழ் மட்டும்தான் வெளியிடப்படும் எனும் உறுதியையும் அளிக்கிறோம்.

http://creativecommons.org/licenses/

நீங்கள் எங்களை பின்வரும் முகவரிகளில் தொடர்பு கொள்ளலாம்.

e-mail : FREETAMILEBOOKSTEAM@GMAIL.COM

FB : https://www.facebook.com/FreeTamilEbooks

G plus: https://plus.google.com/communities/108817760492177970948

நன்றி.

</முடிவு>

மேற்கூறியவாறு ஒரு மின்னஞ்சலை உங்களுக்குத் தெரிந்த அனைத்து எழுத்தாளர்களுக்கும் அனுப்பி அவர்களிடமிருந்து அனுமதியைப் பெறுங்கள்.

முடிந்தால் அவர்களையும் “Creative Commons License”-ஐ அவர்களுடைய வலைதளத்தில் பயன்படுத்தச் சொல்லுங்கள்.

கடைசியாக அவர்கள் உங்களுக்கு அனுமதி அளித்து அனுப்பியிருக்கும் மின்னஞ்சலைFREETAMILEBOOKSTEAM@GMAIL.COM எனும் முகவரிக்கு அனுப்பி வையுங்கள்.

**ஓர் எழுத்தாளர் உங்களது உங்களது வேண்டுகோளை மறுக்கும் பட்சத்தில் என்ன செய்வது?**

அவர்களையும் அவர்களது படைப்புகளையும் அப்படியே விட்டுவிட வேண்டும்.

ஒருசிலருக்கு அவர்களுடைய சொந்த முயற்சியில் மின்புத்தகம் தயாரிக்கும் எண்ணம்கூட இருக்கும். ஆகவே அவர்களை நாம் மீண்டும் மீண்டும் தொந்தரவு செய்யக் கூடாது.

அவர்களை அப்படியே விட்டுவிட்டு அடுத்தடுத்த எழுத்தாளர்களை நோக்கி நமது முயற்சியைத் தொடர வேண்டும்.

## மின்புத்தகங்கள் எவ்வாறு அமைய வேண்டும்?

ஒவ்வொருவரது வலைத்தளத்திலும் குறைந்தபட்சம் நூற்றுக்கணக்கில் பதிவுகள் காணப்படும். அவை வகைப்படுத்தப்பட்டோ அல்லது வகைப்படுத்தப் படாமலோ இருக்கும்.

நாம் அவற்றையெல்லாம் ஒன்றாகத் திரட்டி ஒரு பொதுவான தலைப்பின்கீழ் வகைப்படுத்தி மின்புத்தகங்களாகத் தயாரிக்கலாம். அவ்வாறு வகைப்படுத்தப்படும் மின்புத்தகங்களை பகுதி-I பகுதி-II என்றும் கூட தனித்தனியே பிரித்துக் கொடுக்கலாம்.

**தவிர்க்க வேண்டியவைகள் யாவை?**

இனம், பாலியல் மற்றும் வன்முறை போன்றவற்றைத் தூண்டும் வகையான பதிவுகள் தவிர்க்கப்பட வேண்டும்.

**எங்களைத் தொடர்பு கொள்வது எப்படி?**

நீங்கள் பின்வரும் முகவரிகளில் எங்களைத் தொடர்பு கொள்ளலாம்.

- EMAIL : FREETAMILEBOOKSTEAM@GMAIL.COM
- Facebook: https://www.facebook.com/FreeTamilEbooks
- Google Plus: https://plus.google.com/communities/108817760492177970948

**இத்திட்டத்தில் ஈடுபட்டுள்ளவர்கள் யார்?**

குழு – http://freetamilebooks.com/meet-the-team/

**SUPPORTED BY**

கணியம் அறக்கட்டளை- http://kaniyam.com/foundation

# கணியம் அறக்கட்டளை

### தொலை நோக்கு – Vision

தமிழ் மொழி மற்றும் இனக்குழுக்கள் சார்ந்த மெய்நிகர்வளங்கள், கருவிகள் மற்றும் அறிவுத்தொகுதிகள், அனைவருக்கும் கட்டற்ற அணுக்கத்தில் கிடைக்கும் சூழல்

### பணி இலக்கு – Mission

அறிவியல் மற்றும் சமூகப் பொருளாதார வளர்ச்சிக்கு ஒப்ப, தமிழ் மொழியின் பயன்பாடு வளர்வதை உறுதிப்படுத்துவதும், அனைத்து அறிவுத் தொகுதிகளும், வளங்களும் கட்டற்ற அணுக்கத்தில் அனைவருக்கும் கிடைக்கச்செய்தலும்.

## தற்போதைய செயல்கள்

- கணியம் மின்னிதழ் – http://kaniyam.com/
- கிரியேட்டிவ் காமன்சு உரிமையில் இலவச தமிழ் மின்னூல்கள் – http://FreeTamilEbooks.com

## கட்டற்ற மென்பொருட்கள்

- உரை ஒலி மாற்றி – Text to Speech

- எழுத்துணரி – Optical Character Recognition
- விக்கிமூலத்துக்கான எழுத்துணரி
- மின்னூல்கள் கிண்டில் கருவிக்கு அனுப்புதல் – Send2Kindle
- விக்கிப்பீடியாவிற்கான சிறு கருவிகள்
- மின்னூல்கள் உருவாக்கும் கருவி
- உரை ஒலி மாற்றி – இணைய செயலி
- சங்க இலக்கியம் – ஆன்டிராய்டு செயலி
- FreeTamilEbooks – ஆன்டிராய்டு செயலி
- FreeTamilEbooks – ஐஒஎஸ் செயலி
- WikisourceEbooksReportஇந்திய மொழிகளுக்ககான விக்கிமூலம் மின்னூல்கள் பதிவிறக்கப் பட்டியல்

- FreeTamilEbooks.com – Download counter மின்னூல்கள் பதிவிறக்கப் பட்டியல்

## அடுத்த திட்டங்கள்/மென்பொருட்கள்

- விக்கி மூலத்தில் உள்ள மின்னூல்களை பகுதிநேர/முழு நேரப் பணியாளர்கள் மூலம் விரைந்து பிழை திருத்துதல்
- முழு நேர நிரலரை பணியமர்த்தி பல்வேறு கட்டற்ற மென்பொருட்கள் உருவாக்குதல்
- தமிழ் NLP க்கான பயிற்சிப் பட்டறைகள் நடத்துதல்
- கணியம் வாசகர் வட்டம் உருவாக்குதல்
- கட்டற்ற மென்பொருட்கள், கிரியேட்டிவ்

காமன்சு உரிமையில் வளங்களை உருவாக்குபவர்களைக் கண்டறிந்து ஊக்குவித்தல்

- கணியம் இதழில் அதிக பங்களிப்பாளர்களை உருவாக்குதல், பயிற்சி அளித்தல்
- மின்னூலாக்கத்துக்கு ஒரு இணையதள செயலி
- எழுத்துணரிக்கு ஒரு இணையதள செயலி
- தமிழ் ஒலியோடைகள் உருவாக்கி வெளியிடுதல்
- http://OpenStreetMap.org ல் உள்ள இடம், தெரு, ஊர் பெயர்களை தமிழாக்கம் செய்தல்
- தமிழ்நாடு முழுவதையும் http://OpenStreetMap.org ல் வரைதல்
- குழந்தைக் கதைகளை ஒலி வடிவில்

வழங்குதல்

-  http://Ta.wiktionary.org ஐ ஒழுங்குபடுத்தி API க்கு தோதாக மாற்றுதல்
-  http://Ta.wiktionary.org க்காக ஒலிப்பதிவு செய்யும் செயலி உருவாக்குதல்
-  தமிழ் எழுத்துப் பிழைத்திருத்தி உருவாக்குதல்
-  தமிழ் வேர்ச்சொல் காணும் கருவி உருவாக்குதல்
-  எல்லா http://FreeTamilEbooks.com மின்னூல்களையும் Google Play Books, GoodReads.com ல் ஏற்றுதல்
-  தமிழ் தட்டச்சு கற்க இணைய செயலி உருவாக்குதல்
-  தமிழ் எழுதவும் படிக்கவும் கற்ற இணைய செயலி உருவாக்குதல் ( aamozish.com/Course_-

preface போல)

மேற்கண்ட திட்டங்கள், மென்பொருட்களை உருவாக்கி செயல்படுத்த உங்கள் அனைவரின் ஆதரவும் தேவை. உங்களால் எவ்வாறேனும் பங்களிக்க இயலும் எனில் உங்கள் விவரங்களை kaniyamfoundation@gmail.com க்கு மின்னஞ்சல் அனுப்புங்கள்.

**வெளிப்படைத்தன்மை**

கணியம் அறக்கட்டளையின் செயல்கள், திட்டங்கள், மென்பொருட்கள் யாவும் அனைவருக்கும் பொதுவானதாகவும், 100% வெளிப்படைத்தன்மையுடனும் இருக்கும்.இந்த இணைப்பில் செயல்களையும், இந்த இணைப்பில்

மாத அறிக்கை, வரவு செலவு விவரங்களுடனும் காணலாம்.

கணியம் அறக்கட்டளையில் உருவாக்கப்படும் மென்பொருட்கள் யாவும் கட்டற்ற மென்பொருட்களாக மூல நிரலுடன், GNU GPL, Apache, BSD, MIT, Mozilla ஆகிய உரிமைகளில் ஒன்றாக வெளியிடப்படும். உருவாக்கப்படும் பிற வளங்கள், புகைப்படங்கள், ஒலிக்கோப்புகள், காணொளிகள், மின்னூல்கள், கட்டுரைகள் யாவும் யாவரும் பகிரும், பயன்படுத்தும் வகையில் கிரியேட்டிவ் காமன்சு உரிமையில் இருக்கும்.

# நன்கொடை

உங்கள் நன்கொடைகள் தமிழுக்கான கட்டற்ற வளங்களை உருவாக்கும் செயல்களை சிறந்த வகையில் விரைந்து செய்ய ஊக்குவிக்கும்.

பின்வரும் வங்கிக் கணக்கில் உங்கள் நன்கொடைகளை அனுப்பி, உடனே விவரங்களை kaniyamfoundation@gmail.com க்கு மின்னஞ்சல் அனுப்புங்கள்.

**Kaniyam Foundation**

**Account Number : 606 1010 100 502 79**

**Union Bank Of India**

**West Tambaram, Chennai**

**IFSC – UBIN0560618**

Account Type : Current Account

## UPI செயலிகளுக்கான QR Code

BHIM UPI Payments Accepted at

**Kaniyam Foundation**

Account Number : 606101010050279, IFSC Code: UBIN0560618

Scan and Pay using any UPI supported Apps

குறிப்பு: சில UPI செயலிகளில் இந்த QR Code வேலை செய்யாமல் போகலாம். அச்சமயம் மேலே உள்ள வங்கிக் கணக்கு எண், IFSC code ஐ பயன்படுத்தவும்.

Note: Sometimes UPI does not work properly, in that case kindly use Account number and IFSC code for internet banking.