Modelowanie w projektowaniu maszyn i procesów cz.2b

Rozwój systemów komputerowego wspomagania projektowania

Dr hab. inż. Piotr Pawełko
p. 141
Piotr.Pawełko@zut.edu.pl
www.piopawelko.zut.edu.pl

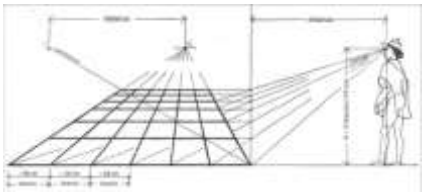
ok.350 p.n.e

Euklides

Twierdzenia Euklidesa z Aleksandrii (ok. 350 p.n.e.), to podwaliny dla geometrii wykorzystywanej w systemach CAD.

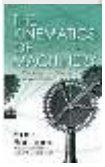
XV wiek

Leon Battista Alberti



Jako pierwszy sformułował naukowe zasady perspektywy oraz wprowadził siatkę ułatwiającą jej wykreślanie.

XIX wiek



Franz Reuleaux

Jako pierwszy użył symboliki do odwzorowania maszyn.

Wierzył, że każdy mechanizm ma swoje unikalne odwzorowanie.

Z tej idei narodziło się jego przekonanie, że można stworzyć **język tworzenia koncepcji mechanizmów** i ich syntezy, czyli opracować klucz do generowania pomysłów projektowych.

1950

2013

Co oznacza CAD ?

Przeznaczenie:

- zastąpienie tradycyjnych technik kreślarskich CA**D** (Computer Aided **D**rafting)
- realizacji obliczeniowej techniki w zakresie geometrii (kinematyki, trajektorii, itp.)
- wspomaganie procesu projektowania CA**D** (Computer Aided **D**esign)

1950 1950

2013

Początek CAD to MIT*

System **SAGE** (Semi Automatic Ground Environment) air defense system.

***Kropki** na ekranach radarów, symbolizujące współrzędne wrogich jednostek, z czasem **stały się węzłowymi punktami cadowskiej geometrii**.*

Massachusetts Institute of Technology

*MIT - Massachusetts Institute of Technology's, Lincoln Laboratory

1950 1950

2013

Początek CAD to MIT

Opracowany *systemu komputerowy* **Whirlwind 2** do obsługi symulatora lotów, od samego początku miał możliwość wykonywania skomplikowanych operacji matematycznych w czasie rzeczywistym.

Powstał pierwszy komputerowy monitor.

1950 1956

2013

Początek CAD to MIT

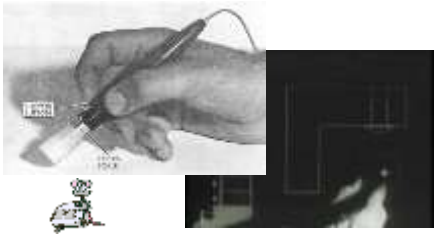
Powstał tam „Sketchpad" (z ang. szkicownik) – pierwszy profesjonalny system wspomagający projektowanie autorstwa **Ivana Sutherlanda**.

1950 1956

2013

Początek CAD to MIT

Użył systemu komputerowego, który w nowatorski sposób wykorzystywał **pióro świetlne jako narzędzie do wprowadzania danych bezpośrednio na ekran monitora**.



1950 1957 2013

PRONTO – GM - CAM

„PRONTO" (Programme for Numerical Tooling Operations) – wynaleziony w 1957 roku przez dr Patricka J. Hanratty'ego. Był to system do cyfrowego programowania maszyn obróbczych, a więc można go uznać za pierwszy system **CAM** – w dodatku komercyjny.

General Motors Research Laboratory
(point-to-point NC limited 2 ½-axis contouring operations)

1950 60-te 2013

Użytkownicy systemów CAD ?

I-sza generacja CAD
- aplikacje 2D opracowywane przez wewnętrznego działy IT przedsiębiorstw (często we współpracy z badaczami uniwersyteckimi).

Przeznaczone były do zautomatyzowania powtarzalnych czynności.

1950 1966 1967 2013

Najwięksi inwestują

DAC (Design Automated by Computer) General Motors – *automatyzacja procesu produkcyjnego, sterowania robotami.*

CADD (Computer-Aided Design and Drafting) McDonnell-Douglas

1950
1966
1967
2013

Najwięksi inwestują

PDGS (Product Design Graphics System) Ford – *technologiczne projektowanie nadwozi*

CADAM (Computer-graphics Augmented Design and Manufacturing)
Lockheed - *nacisk na szybkość wykonywania rysunków.*

1950
1966
1967
2013

Najwięksi inwestują

Inżynierowie Renault (i Citroena) skoncentrowali się na sposobach *matematycznego definiowania powierzchni* (**krzywe „Beziera"** nazwane tak zostały od imienia ich twórcy, pracującego właśnie dla Renault.

Korzenie CATII sięgają bardzo daleko, ale też stąd system ten postrzegany jest jako jeden z **lepiej radzących sobie z zagadnieniami modelowania powierzchniowego**.

1950
1966
1967
1977
2013

Najwięksi inwestują

Mercedes-Benz - **Syncro**
Nissan - **CAD-I**
Toyota - **TINCA** i **CADET**
Northop - **NCAD**

Wszystkie te podmioty posiadały rozbudowane systemy CAD (ale były to w zasadzie zindywidualizowane systemy wewnętrzne) wykorzystywane tylko na ich potrzeby.

1950 1957 2013

Koszty – miesięczna rata leasingowa

„P*opularne*" systemy wolniejszych od dzisiejszych kalkulatorów kieszonkowych:
- Librascope LGP-30 (Librascope General Purpose), ok. **3 000 USD**

- IBM model 1620 ok. **3 000 USD**

1950 1957 2013

Koszty – miesięczna rata leasingowa

W przypadku *dużych* systemów jak np. IBM 360 model 60, rata miesięczna wynosiła... ok. **40 000 USD**.

1950 1969 2013

CAD pod strzechy

Era **profesjonalnych producentów** ukierunkowanych na rozwój, sprzedaż i dystrybucję komercyjnych **systemów CAD 2D** startuje w 1969.

Applicon
Computervision
Auto-trol Technology
Calma
M&S Computing (Intergraph)

} **United Computing**

CAD pod strzechy

1950
1975
1977
2013

W 1975 Avions Marcel Dassault (AMD) nabywa licencję CADAM (Computer-Augmented Drafting and Manufacturing) od Lockheed'a

W 1977 zainicjować prace nad tójwymiarowym systemem, prekursora **CATII** (Computer-Aided Three-Dimensional Interactive Application).

I-sza standaryzacja w CAD

1950
1979
2013

Zaistniała potrzeba wymiany danych między systemami CAD.
Pierwsza standaryzacja, neutralny format danych dla cyfrowej wymiany informacji graficznej reprezentowanej wektorowo
IGES (Initial Graphic Exchange Standard),

Opracowany na zlecenie Air Space przez grupę:
- NIST (National Institute of Standards and Technology),
- Boeing,
- General Electric.

IGES

Nowość - modelowanie bryłowe

1950
1972
2013

W 1972 roku ukazał się **SynthaVision** opracowany przez **MAGI** (Mathematics Application Group, Inc.) Służył do przeprowadzania w przestrzeni 3D analiz związanych z ... **promieniowaniem radioaktywnym**.

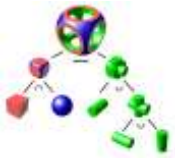
1950

1982

2013

Modelowanie bryłowe - 2 drogi

Unigraphics (od McAuto, która wchłonęła w 1976 United Computing) wprowadzono pierwszy system modelowania bryłowego - UniSolid.
Został on oparty o modeler **PADL** (Part and Assembly Description Language).



* Constructive Solid Geometry (CSG) – prymitywne elementy składowe (proste elementy graficzne) łączone są w całość poprzez operacje Booleana (przekroje, przenikanie, łączenie etc.) tworząc bardziej złożoną geometrię

1950

1978

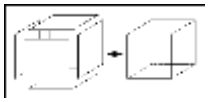
2013

Modelowanie bryłowe - 2 drogi

Modeler Romulus w wyniku rozwinięcia struktur B-rep (**Boundary representation**)*,

Był to pierwszy modeler rzeczywiście pozwalający na wykorzystywanie brył i ich elementów w procesie projektowania.

Romulus B-rep został zastąpiony później przez **Parasolid** i funkcjonuje do dziś.



* Boundary modeling – modelowanie w oparciu o ograniczone obszary powierzchni, scalane następnie w bryły 3D (B-rep)

1950

1982

2013

Modelowanie powierzchniowe

CATIA v.1 – modelowanie powierzchniowe oraz programowanie NC – CAD/CAM, jako nakładka na CADAM.

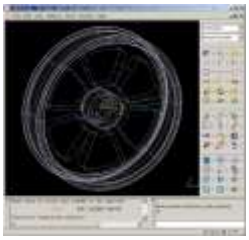
W 1984 firma Boeing Company wybrała system CATIA jako główny system tworzenia projektów 3D i stała się największym klientem Dassault Systèmes

1950
1982
2013

Komercyjne systemy 3D

I-Deas (*Integrated Design and Engineering Analysis Software*) od Structural Dynamics Research Corporation

Używany głównie przez:
* Ford Motor Company
* General Motors



1950
2001
2007
2013

Komercyjne systemy 3D

I-Deas wykupiony w 2001 przez EDS (Electronic Data Systems), która przejęła także UGS Corp (producenta Unigraphics'a).

EDS połączył te dwa produkty i system **NX**

W 2007 NX został wykupiony przez Siemans'a. Obecnie nosi nazwę **Siemens PLM Software.**

Siemens PLM Software

SIEMENS

1950
1982
2013

Powróćmy do 2D

AutoCAD 1.0 – premiera, pierwszy CAD na PC.

trwa niestrudzenie do dnia dzisiejszego
ponad 32 lata na rynku !

1950

1983

1985

2013

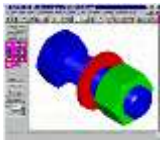
Systemy 2D ….

i spóźnialscy ...

CADRA 2D - Adra Systems
MicroStation - Bentley Systems

CADKEY - Micro-Control Systems
pierwszy system 3D dla PC

a dla Mac'a MiniCAD od Vectorworks



1950

1987

1989

2013

Systemy modelowania 3D nowi gracze

Francuski producent oprogramowania – Matra Datavision – demonstruje **oprogramowanie Euclid-IS**, system 3D łączący w sobie elementy geometrii planarnej (w celu zwiększenia szybkości operacji) i CGS.

MATRA DATAVISION

Został później wykupiony przez IBM oraz Dassault Systèmes i użyty do tworzenia systemu CATIA v5

1950

1987

1989

2013

Systemy modelowania 3D nowi gracze

Także w 1985 roku na rynek wkracza nowy dostawca systemów 3D – Parametric Technology Corp. (PTC), czyli **Pro/Engineer**.

PTC

NOWY STANDART

Parametrem jest wymiar

W Pro/E pojawiły się ikony odpowiadające konkretnym poleceniom oraz rozwijane menu.

Pro/ENGINEER

Rewolucja – intuicyjny CAD

1950

1993

2013

Kamieniem milowym okazało się wprowadzenie systemu Windows NT na platformy PC .
Pierwszy program CAD 3D dla tego środowiska SolidWorks.

Za 1 mln $ miał powstać system CAD 3D, łatwy w obsłudze, **tani, na Windows NT, sprzęt typu PC**.

SUKCES !

SolidWorks został wykupiona w 1997 przez Dassault Systèmes za 310 mln $.

Zmiany, zmiany, zmiany…

1950

2013

Wciąż odnotowujemy istotną zmianę na rynku systemów CAD: następuje proces konsolidacji oprogramowania, najczęściej w wyniku przejmowania coraz większej liczby mniejszych firm przez duże podmioty.

Obecnie rynek zdominowany jest przez 3 głównych graczy:
- **Dassault,**
- **PTC**
- **Siemens PLM (UGS)**

Reszta niech ma się na baczności …

Przyszłość CAD – część PLM

1950

2013

PLM (ang. Product Lifecycle Management),.

Dzięki temu następuje konwergencja systemów projektowania wspomaganego komputerowo (CAD, CAM, CAE), zarządzania danymi produktów (PDM) oraz produkcji cyfrowej.