



Tanulmányi hét	Előadás	Gyakorlat
1. (2008. II. 11-17)	A CAD kialakulása fejlődési lépcsői és tartományai. Hardver követelmények, beviteli és kiviteli eszközök.	AutoCAD bemutatása, kezelése, beállítások, opciók, funkcióbillentyűk bemutatása. Tárgyraszterek, rétegtechnika, kiválasztási halmazok. Gyakorló feladatok.
2. (2008. II. 18-24)	CAD rendszerek felépítése és szolgáltatásai fejlődése. Integrált gépészeti tervezőrendszerek, analízis, technológiai modul. Programozási lehetőségek.	2D-s rajzkészítés alapjai, geometriai elemek létrehozása (pont, vonal, körív ellipszis, ofszet műveletek), szerkesztési műveletek (áthelyezés, másolás, tükrözés). Gyakorló feladatok.
3. (2008. II. 25-III. 2.)	A számítógépes tervezés geometriai alapjai: görbék típusai, matematikai leírás, manipulációk görbékkel.	Rajzszerkesztési stratégiák, láncolás, ofszet módszer, raszter módszer. Gyakorló feladatok.
4. (2008. III. 3.-9.)	2D-s és 3D-s modellezés, felületmodellek, felületek leírása. Térfigatmodellek, megjelenítési módok.	Rajzok feliratozása, méretezési stílusok megadása. Gyakorló feladatok.
5. (2008. III. 10.-16.)	Alkatrészmodellek felépítése primitívekből, parametrikus tervezés, alakajátosság alapú tervezés.	Blokktechnika, blokk létrehozása, beillesztése. Külső referenciák alkalmazása. Gyakorló feladatok.
6. (2008. III. 17-23.)	Tipikus CAD alkalmazások, katalógusok felépítése. Adatbázisok alkalmazása CAD rendszerekben.	1. önálló feladat
7. (2008. III. 24-30.)	<i>Húsvét hétfő, március 24. (ünnepnap)</i>	1. feladat beadása
8. (2008. III. 31-IV. 6)	A műszaki tervezés globalizálódása. Virtuális tervezés és gyártás. A számítógépes tervezési módszerek hatása a tervezési folyamatokra.	<b>1. Zárthelyi dolgozat</b>
9. (2008. IV. 7.-13.)	A CAD/CAM rendszerek átjárhatósága. Tipikus rajzcsere fájlok és szerkezetük. Rajzfájlok szabványosítása.	2. önálló feladat
10. (2008. IV. 14-20)	Mérnöki módszerek gépészeti alkalmazása, mérnöki csapatmunka CAD rendszerekben.	2. feladat beadása
11. (2008. IV. 21-27)	Gyártási folyamatok modellezése, forgácsolás tervezése, CAM alapjai.	3. önálló feladat
12. (2008. IV. 28-V. 4.)	<b>2. Zárthelyi dolgozat</b>	<i>A munka ünnepe, május 1. csütörtök (ünnepnap)</i>
13. (2008. V. 5.-11.)	Reverse engineering, virtuális modell előállítás, Rapid prototyping történeti előzmények, RPT berendezések és technológiák.	3. feladat beadása, 3D szkennelvény bemutatása
14. (2008. V. 12.-18.)	<i>Pünkösd hétfő, május 12. (oktatási szünet)</i>	<b>Elővizsga, pótzárthelyi, feladatpótlások</b>



## A számítógépes tervezés (CAD)

A számítógépek egyik felhasználási területe a CAD (*Computer Aided Design*), azaz a számítógéppel segített tervezés, vagy egyszerűbben a számítógépes tervezés. A CAD voltaképpen gyűjtőfogalom, amely magában foglalja a gépészeti, villamos, építészeti stb. tervezés során alkalmazott különféle számítógépes technikákat melyeket a tervezett objektumok koncepcionális tervezésétől, a konstrukciós tervezésen át, a termék piacon történő megjelenéséig használhatunk az innovációs folyamat támogatására A CAD tehát egy számítógépes multidiszciplína.

A CAD fogalmát az elmúlt évtizedek alatt többször át kellett fogalmazni. A CAD kialakulásakor ez a fogalom a szűken vett konstrukciós tervezést fedte le. Ha a CAD mai értelmezésével ezt összehasonlítjuk azt tapasztaljuk, hogy az eredeti tevékenységet mára a CADD, a CAD egyik résztartománya fedi le. A CAD rendszerek fejlesztése során az egyik legalapvetőbb cél az volt, hogy a tervezés során létrejövő információk papír nélkül (*paperless*) tudjanak áramolni a teljes mérnöki tevékenység-láncban. Ahogy egy-egy új tudományterületet sikerült elektronikusan is bekapcsolni a közös probléma megoldásba a CAD határai mindig kibővültek. Az ilyen képességekkel felruházott korszerű CAD rendszereket emiatt **iCAD** rendszereknek is szokás nevezni (*integrált CAD rendszerek*).



## A CAD fogalma

A számítógépek egyik felhasználási területe a **CAD** (Computer Aided Design), azaz a számítógéppel segített tervezés.

A CAD gyűjtőfogalom!

- Gépészet
- Építészet
- Elektromos
- Elektronikus

- Kerttervezés
- Filmkészítés
- Stb.

- Tervezés
- Adatbázis kezelés

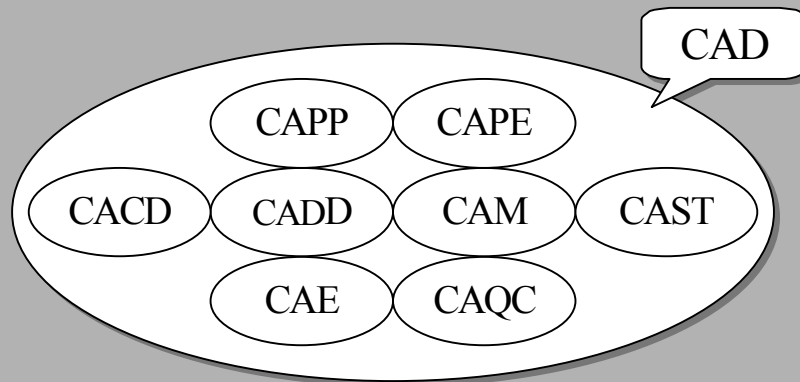
- 2D
- 3D

- Huzalváz modell
- Felület modell
- Szilárdtest modell

- Méretezés
- Szimuláció



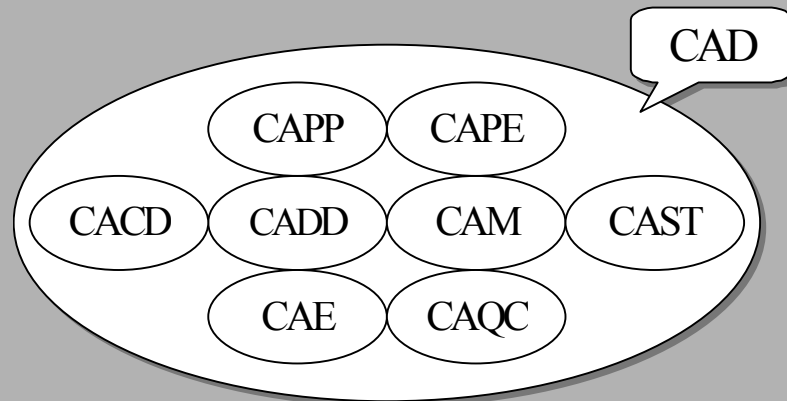
## A CAD tartományai, különféle CAxx technológiák



CAPP	Computer Aided Process planning Számítógéppel segített gyártástervezés
CAE	Computer Aided Engineering Számítógéppel segített terméktervezés
CAPE	Computer Aided Product Engineering Számítógéppel segített termelés irányítás
CAQC	Computer Aided Quality Control Számítógéppel segített minőségbiztosítás



## A CAD tartományai, különféle CAxx technológiák



CACD	Computer Aided Concept Design Számítógéppel segített koncepcionális tervezés
CADD	Computer Aided Drawing Design Számítógéppel segített rajzolás (modellezés)
CAM	Computer Aided Manufacturing Számítógéppel segített gyártás
CAST	Computer Aided Storage and Transporting Számítógéppel segített raktározás és szállítás



### A CAD rendszerek legfontosabb előnyei

- A tervezés során a szükséges módosítások egyszerűbben hajthatók végre és általában az asszociatív állományokban automatikusan történik a javítás.
- Pontosabb adatábrázolást tesz lehetővé, bár pontosabbnak kell lenniük az input adatoknak is.
- Sok többletinformációt hordoznak a papír alapú tervhez képest (*réteg, szín, stb.*).
- A 3D-s megjelenítés pótolja a tervező térlátását, emiatt csökken az ebből adódó hiba.
- Összességében gyorsítja a munkát azáltal, hogy a munka folyamatosan megosztható egy tervezőcsoportban.
- Sorozattervek esetén gyorsabb az adaptálás más méretre.
- Egyszerűbb gyorsabb a tervek szállítása, és ez a világháló miatt a tervezői munka globalizálódásához vezet.
- Feleslegessé tesz a rajztárat, a tervek archiválása, tárolása kis helyen megoldható.



### A CAD rendszerek legfontosabb hátrányai

- Jóval nagyobb, drágább az eszközigény, és ez rendkívül gyorsan amortizálódik.
- Ahol nincs folyamatos fejlesztés ott nem gazdaságos CAD rendszert üzemeltetni. -->> Világszerte önálló mérnökirodák veszik át ezt a szerepet.
- Speciális, magasabb tudású műszaki állományt igényel. (*Rövid periódusú, de magas kereseti lehetőség*)



## Az 1960-as évek

Az 1960-as évek elején *Ivan Sutherland*, PhD értekezésének részeként, az MIT-n (*Massachusetts Institute of Technology*) fejlesztette ki az első igazi CAD szoftvert, a **Sketchpad**ot. A program egy igazán innovatív fejlesztés volt, mivel a tervező egy fényceruza segítségével, a monitorra rajzolt vonalakkal, interaktív módon kommunikált a számítógéppel. *Sutherland* zsenialitását tükrözi, hogy még napjainkban sincs olyan vezető CAD szoftver, mely olyan közvetlen módon hajtaná végre a terven történő módosítások, ahogyan azt a **Sketchpad** lehetővé tette.





## Az 1960-as évek

A világ első CAD szoftvere tehát a **Sketchpad** volt, azonban már 1957-ben megjelent egy CAM program, a **PRONTO**, melyet *dr. Patrick J. Hanratty* fejlesztett ki. Éppen ezért *dr. Hanratty* az, akit a leggyakrabban emlegetnek úgy, mint a CAD/CAM szülőatyja.

A korai számítógépek rendkívül magas ára, és a műszaki tervezés egyedisége miatt a CAD programok első kereskedelmi felhasználói a repülőgép- és a gépjárműgyártók voltak. Az elsőgenerációs CAD rendszerek kimondottan 2D-s alkalmazások voltak, melyeket a gyártó cégek információs technológiai csoportjai –*gyakran egyetemi kutatókkal közösen*– fejlesztettek, elsősorban a visszatérő szerkesztési műveletek automatizálása volt a cél. A '60-as évek közepén *dr. Hanratty* is egy hasonló programon dolgozott a **General Motors Research Laboratories**-szal közösen, mely a **DAC** (*Design Automated by Computer*) nevet kapta. A **McDonnell-Douglas** (CADD, 1966-ban), a **Ford** (PDGS, 1967-ben), a **Lockheed** (CADAM, 1967-ben) és még számos cég szintén elkészítette saját, belsőfelhasználású CAD szoftverét.

A '60-as évek közepe táján, a **Control Data Corporation** piacra bocsátotta a **Digigraphics**ot, az első CAD szoftvert, mely a kereskedelmi forgalom számára elérhető volt. Ez a rendszer az **ITEK** azon korábbi CAD szoftverének továbbfejlesztett változata volt, amit „*elektromos szerkesztő gépként*” emlegettek és a **Digital Equipment Corp** PDP-1-es nagyszámítógépén futott. Az adatbevitel a **Digigraphics** esetében is fényceruza segítségével történt. A szoftver 500.000 dollárba került, emiatt nagyon kevés példány kelt el belőle.



## Az 1960-as évek

A 2D grafika területén a legtöbb úttörő jellegű kutatás az MIT akkori Matematika Intézetében (*a mai Számítógépes Tudományok Tanszékén*) folyt. 1965-re azonban az európai kutatók *Charles Lang* vezetésével, a Cambridge Egyetem számítástechnikai laboratóriumában szintén aktív részeseivé váltak a számítógépes grafika kutatásának; főként a 3D-s megjelenítésre koncentráltak. A cambridgei kutatások kereskedelmi előnyei csupán az 1970-es években jelentek meg, habár a komplex 3D-s görbék és felületek geometriai számításai során már a '60-as évek közepén úttörő jellegű eredményekre jutottak a francia kutatók. A '60-as évek vége felé *de Casteljau* (*Citroën*) alapvető téziseket alkotott a komplex 3D görbék geometriai számításával kapcsolatban, *Bezier* (*Renault*) pedig publikálta áttörő kutatási eredményeit, melyek *de Casteljau* néhány algoritmusát vették alapul. Mind *de Casteljeau*, mind pedig *Bezier* munkája a 3D CAD szoftver-fejlesztés alapját szolgálják napjaink kutatásai során is. A két intézet (*az MIT és a Cambridge University*) rendkívül aktívan vett részt a komplex 3D görbe- és felületmodellezés CAD rendszerekben való hasznosításának kutatásában. A '60-as évek végére megnőtt az érdeklődés a CAD szoftverek kereskedelmi alkalmazása iránt, így addigra számos CAD rendszert gyártó cég alakult meg, többek között az **Applicon**, az **Auto-trol**, a **Computervision** –*mely első kereskedelmi szoftverét a Xeroxnak adta el, 1969-ben*–, az **Evans&Sutherland**, a **McDonnell-Douglas**, az **SDRC** –*Structural Dynamics Research Corp.*–, valamint a **United Computing**.

A későbbi technológiai változás ellenére, gyors növekedés, néhány cég szükségszerű összeolvadása, valamint nyereség jellemezte a legtöbb úttörő, CAD rendszereket gyártó céget. Számos közülük eredeti néven ért el további sikereket (*Auto-trol*), számos pedig névváltoztatással folytatta a további kutatásait (*a United Computing ma a UGS nevet viseli*). Az áttörő kutatási eredményeik révén a kutatási terület meghatározó személyiségeivé vált professzorok, napjainkban is részt vesznek a cégek eredményes fejlesztéseiben, például *dr. Hanratty* ma is az **MCS** (*Manufacturing and Consulting Services*) aktív elnöke.



## Az 1970-as évek

A CAD rendszerek az 1970-es években jelentek meg a kereskedelmi életben. Ennek ellenére az évtized végére az olyan autóiipari cégek, mint a **Ford** (PDGS), a **General Motors** (CADANCE), a **Mercedes-Benz** (SYRCO), a **Nissan** (CAD-I) és a **Toyota** (TINCA 1973-ban, CADETT 1979-ben), valamint az olyan repülőgép gyártók, mint a **Lockheed** (CADAM), a **McDonnell-Douglas** (CADD) és a **Northrop** (NCAD), már mind saját, nagy létszámú szoftverfejlesztő osztályokkal rendelkeztek.

A legtöbb CAD alkalmazás még mindig 2D-s rendszer volt, mely a felhasználó számára az alábbi két nagyon fontos előnnyel bírt:

- kevesebb szerkesztési hiba, valamint
- az összeállítási rajzok újrafelhasználhatósága.

Azon híres 2D-s rendszerek egyike, melyek még ma is léteznek a **CADAM** (*Computer Augmented Drafting and Manufacturing*), melyet eredetileg a **Lockheed** repülőgép gyártó vállalat fejlesztett ki. 1975-ben a francia repülőgép gyártó vállalat, az **Avions Marcel Dassault** megvásárolta a **CADAM** forráskódját a Lockheedtól, és 1977-től fejleszti egészen napjainkig a saját 3D-s rendszerét, a **CATIA-t** (*Computer Aided Three Dimensional Interactive Application*), mely manapság a kereskedelmi használatban az egyik leggyakrabban alkalmazott CAD szoftver.

A '70-es évek olyan 2D-s rendszerekkel indultak, mint a **CADAM**, de a kutatások, és a piac érdeklődése egyre inkább a 3D-s rendszerek felé fordult, így az évtized legbefolyásosabb kutatásainak egyike a komplex 3D-s felületmodellezés volt. *K. Vesprille*, a Syracuse University professzora 1975-ben elkészült, „*A B-spline közelítő formula a számítógéppel-segített tervezésben való alkalmazása*” című PhD disszertációjában *de Casteljau*, *Bezier*, *Coons*, valamint *Forrest* és *R. F. Riesenfeld* (Syracuse University) korábbi munkáját (1973) veszi alapul és fejleszti tovább. Munkájával jelentős eredményeket ért el a komplex 3D görbe- és felületmodellezés területén.



## Az 1970-as évek

Az első 3D testmodellező program a **SynthaVision** 1972-ben jelent meg, azonban a **MAGI** által készített program nem CAD szoftver volt, hanem az atomsugárzás 3D-s modellezését tette lehetővé. A program 3D-s modelljei test modellek voltak, a CSG modellekhez hasonlóan, amit a későbbi CAD szoftverek tervezése során alkalmaztak. *Charles Lang* és csapata a Cambridge Egyetemen, míg *Herb Voelcker* munkatársaival a Rochester Egyetemen egy gyártásautomatizálási projekt keretén belül két különböző irányban végzett kutatásokat a felületmodellező alkalmazások területén.

*Volcker* kutatásai a CSG-re fókuszáltak, és 1978-ban a **PADL** megjelenését eredményezték. A **PADL** testmodellező program ötletei a '80-as évek elején számos 3D-s kereskedelmi szoftver kifejlesztése során megjelentek. A végeselemes programokban a vizsgált elem behálózása során előnyösen alkalmazható B-rep adatszerkezetet *B. Baumgart*, a Stanford Egyetem professzora fogalmazta meg az 1970-es évek elején, azonban a testmodellezésben először *Ian Braid* alkalmazta. Kutatásának eredményei 1978-ra csúcsondultak ki, ugyanis ebben az évben készült el a **BUILD**, az első olyan felületmodellező szoftver, mely a B-rep adatszerkezetet alkalmazta. *Ian Braid*, valamint *Charles Lang* a Lang csapat néhány munkatársával együtt 1974-ben megalapították a **Shape Data Ltd.** elnevezésű céget; munkájukat a cég keretein belül folytatták.

Az egyre szélesebb körű fejlesztések, valamint a CAD rendszerek használata egyre sürgetőbbé tette a szabványosítást, míg végül 1979-ben a **Boeing**, a **General Electric** és az **NBS** (ma: **NIST**) beleegyezett az IGES első változatának kidolgozásába, mely a következő évben meg is jelent. Az IGES megkönnyítette a komplex 3D görbék és felületek átvitelét a különböző 3D rendszerek közt, és más kezdeményezésekkel szemben, mind a mai napig a legszélesebb körben használt adatátviteli formátum a különböző tervező rendszerek közt.



### Az 1970-es évek

Számos CAD szoftverkereskedés alakult meg az 1970-es években és rendkívül nagyszámú kereskedelmi CAD rendszer jelent meg. 1970-ben megalakult az **M&S Computing**, mely a későbbi névváltoztatás után az **Intergraph** nevet kapta. 1971-ben *dr. Hanratty* megalapította az **MCS**-t, mely vállalat a következő évben piacra dobta az **ADAM** nevű szoftvert, melynek licenzét az **OEM** más cégekkel (*Computervision, Gerber Scientific, United Computing*) közösen megvásárolt, majd pedig a kereskedelmi CAD szoftverek magjába beépítették. Az évtized végére a kereskedelmi szoftverházak első képviselői megalakultak és számos autóiipari, repülőgépgyártó, - és elektronikai cég, saját CAD rendszerével együtt alkalmazott néhány, a kereskedőktől megvásárolt szoftvert. Ebben az időben a kereskedelmi forgalomban lévő szoftverek az **Auto-trol Auto-Draft**-ja, a **CALMA**, a **Computervision CADDs** nevű programja, az **IBM CADAM**-je (*a Lockheed nevében forgalmazta*), az **M&S Computing IGDS** elnevezésű szoftvere, valamint a **McAuto Unigraphics** nevű rendszere (*a McAuto 1976-ban megvásárolta a United Computing-ot*) mind azért harcoltak, hogy bennmaradjanak az új és dinamikus fejlődő CAD szoftverpiacon. A '70-es évek során megmutatkoztak a CAD rendszerek legfőbb előnyei, kiváltképp a CAD rendszerek alapköveit képező alapvető geometriai algoritmusoké. A számítógépes hardver kapacitása is folyamatosan fejlődött; a **DEC** bemutatta az új VAX miniszámítógépet. Piaci elsősége azonban nem tartott sokáig, mivel 1979-ben az **IBM** maga mögé szorította, valamint meg kellett osztania a piacot olyan cégekkel, mint a **Data-General**, a **HP** és a **Prime**. A piaci versengésnek köszönhetően az árak egyre alacsonyabbak lettek, és így a CAD szoftverek a kisebb cégek számára is könnyebben elérhetővé váltak. A '70-es évek végén a magas szintű programnyelvek, mint például a C, valamint egyszerűbb operációs rendszerek, mint például a UNIX jelentek meg. Az első generációs grafikus személyi számítógépek sokkal szélesebb választéka jelent meg (*például 1978-ban a Hewlett-Packard-féle HP9845 series*), melyek felbátorították a mérnököket, hogy a programozással próbálkozzanak, és előre jelezte a munkaállomások hajnalát.



### Az 1980-as évek, 1985-ig

A '80-as évek elején a **DEC** új VAX miniszámítógépeinek sora vette át a vezető szerepet a műszaki tervezésben. A MicroVAX a **DEC** cég műszaki vezető szerepét jellemezte, valamint előrevetítette a küszöbön álló munkaállomás-korszakot azáltal, hogy árba foglalta az új szabványokat, teljesítményt és alkalmasságot, valamint bemutatta az első olyan számítógépet, mely képes volt arra, hogy egy CAD szoftver fusson rajta, de nem igényelt különleges áramellátást, vagy hűtést.

1980-ban az **M&S Computing** átnevezte magát **Intergraph**-ra, majd 1983-ban kiadta az **InterAct**, valamint az **InterPro** 3D-s komplex felületmodellező szoftvereket, melyek a **DEC** VAX és MicroVAX processzoraira épültek. Akkoriban a legtöbb sikeres CAD szoftvert kulcsrakész hardver/szoftver csomagként értékesítettek. A **HP** felismerve a CAD szoftverek nyilvánvaló kereskedelmi potenciálját, 1980-ban létrehozta saját CAD szoftver fejlesztő csoportját, hogy a cég saját CAD szoftverét, a **PE**-t kifejlessze. Az **Avion Marcel Dassault** 1981-ben létrehozta a **Dassault Systems** elnevezésű CAD rendszer fejlesztő részlegét és aláírt egy kereskedelmi- és forgalmazási szerződést az **IBM**-mel, a **CATIA** kereskedelmi értékesítéséről. A **CATIA** 1-es verziója 1982-ben jelent meg; az **IBM-Dassault** partnerkapcsolat napjainkra is jellemző. A **CALMA** megvásárlásával –*mely évente 100 millió dollárt hozott*– 1981-ben a **GE** is belépett a CAD piacra.

Az 1980-as évek elején a **DEC** vitathatatlanul az első számú forgalmazó volt a miniszámítógépek zsúfolt piacán, azonban a UNIX munkaállomás felbukkanása előrejelezte a számítástechnikai- és CAD szoftver piac forradalmasítását. A UNIX nyílt forráskódja megnyitotta az olcsóbb, kevesebb karbantartást igénylő, nagy teljesítményű, különösen a tudomány, a gépészet és a CAD szoftver-alkalmazások számára optimalizált hardverrel ellátott munkaállomások számára a piacot. Az új hullámot az **Apollo Computer** indította el 1980-ban, a **Sun Microsystems** 1981-ben, a **Silicon Graphics** pedig 1982-ben folytatta. A központi egység- és miniszámítógép gyártó cégek (*IBM, DEC, Burroughs, Unisys, Data-General, Wang, stb.*) háttérbe szorultak, azáltal, hogy az új cégek a UNIX előnyeiket kihasználva a gyorsan fejlődő hardver egységekre, illetve az egyre bővülő piacra tudtak koncentrálni, míg a hagyományos forgalmazók arra kényszerültek, hogy saját, meglehetősen drága operációs rendszerüket támogató hardvereiket karbantartsák.



### Az 1980-as évek, 1985-ig

A személyi számítógépek az 1980-as évek elején jelentek meg. Az **IBM** az első ilyen számítógépet 1981-ben mutatta be, és az 1982-ben megalakult **Autodesk** novemberben mutatta be az **AutoCAD Release 1**-et, az első CAD szoftvert, mely személyi számítógépre készült. Az **Adra Systems** 1983-ban alakult meg és nem sokkal később már kereskedett is a **CADRA 2D CAD** szoftverrel. Az 1984-ben megalapított **Bentley System** kiadta a **MicroStation**-t, mely az **Intergraph IGDS** CAD rendszerének személyi számítógépre való alkalmazása volt, majd a következő évben a **Micro-Control Systems** is megalakult, és kiadta az első PC-re alkalmazott 3D drótvázás CAD rendszert, a **CADKEY**-t. Az **Apple** 1984-ben adta ki az első Macintosh 128-at, és 1985-ben megalakult a **Diehl Graphsoft**, mely kiadta a **MiniCAD**-et, ami nagyon gyorsan a Macintosh legkelendőbb CAD szoftvere lett. Habár az 1980-as évek során a PC-k és a Mac folyamatosan fejlődtek, az évtizedre jellemző processzor erőforrás, a UNIX munkaállomások szegényes grafikai háttere, illetve a PC-k CAD szoftverekre történő fejlesztő hatása a jelenlegi hardver állomány alkonyát vetítették előre.

Az 1980-as évek folyamán a UNIX munkaállomások egy hatékony, új generációs változata, valamint a 3D árnyékolás (*rendering*) elkerülhetetlenül elmozdította a CAD piacot a 3D és a testmodellezés felé. 1981-ben a **Unigraphics** bemutatta a **UniSolid**-ot, mely **Voelker PADL-2** CSG testmodellező programján alapult. 1982-ben az angliai Cambridgeben **Ian Braid**, **Charles Lang** és a **Shape Data** csoport bemutatták a **Romulus** b-rep testmodellezőt, az első kereskedelmi testmodellező programmagot, melyet a CAD szoftverekbe való beépítésre terveztek. A **Romulus** programmagot beolvasztották a **CAM-I AIS**-be. Ez volt az egyetlen olyan testmodellező (más, mint a jogutódja, a **Parasolid**), mely valaha is javasolta egy olyan szabvány alkalmazását (*API*), mely elősegíti, a testmodellező mag CAD rendszerbe való magas szintű integrálását. A **Romulus** a **Siemens** és a **HP**, valamint számos más CAD szoftverforgalmazó hamarosan megvásárolta..



### Az 1980-as évek, 1985-ig

1985-ben megjelent a **CATIA** 2. verziója, mely teljesen független volt a **CADAM**-tól. Ugyanebben az évben egy másik francia CAD szoftverkereskedő, az 1980-ban megalapított **Matra Datavision**, kiadta **Euclid-IS** 3D testmodellező CAD rendszerét, mely egyedül álló hibrid keveréke a síkbeli metszett modelleknek és a CSG adat-szerkezetnek. Mielőtt a **Romulus** testmodellező programmag 1986-ban elavult, számos frissítésen ment keresztül, hogy például összeállítás szerkesztő modult adhassanak hozzá, vagy hogy alkalmassá tegyék a b-spline felületek alkalmazására. Szintén 1985-ben **Evans&Sutherland** megvásárolta a **Shape Datát**. Az **Evans&Sutherland** korábban közeli kapcsolatot épített ki **Charles Langgal** és **Ian Braiddel**, minthogy a CAD szoftverek fejlesztésével, illetve a szoftverek grafikai igényének ellátásával, valamint a szimulációval foglalkoztak. Nem sokkal később az **Evans&Sutherland** megnyerte **Bernard Solomont** és csapatát a **Shape Data** számára, és elkezdtek a **Romulus-D** 3D CAD szoftver fejlesztését. A **Romulus-D** egy rendkívül innovatív szoftver volt, mely a **Romulus** testmodellező programra épült, az **Apollo** munkaállomásokon futott, és az **Apollo** DOMAIN hálózatát használta fel, hogy elkészítse a CAD piac első hálózatban működő 3D CAD rendszerét, mely összeállítás szerkesztő modullal is rendelkezett, valamint teljes termék konfigurációs vezérléssel, és makrókkal.

1985-re úgy tűnt, hogy a CAD szoftver ipar felvirágzott, a növekvő számú fejlesztések előnyösen befolyásolták a számítógépes hardverfejlesztést. A nyereség hatalmas volt, minthogy a CAD szoftverárak magasak maradtak, annak ellenére, hogy a számítógépes hardver árak jelentősen csökkentek, viszont a kereslet irántuk folyamatosan nőtt. A **Computervisio** a több mint 350 millió dolláros éves jövedelmével a piac vezető vállalata volt, megelőzve olyan cégeket, mint a **GE/CALMA**, az **Applicon**, az **Intergraph**, vagy a **McDonnell-Douglas/Unigraphics** illetve az **IBM-CATIA**. 1985-ben egy új és nagyon agresszív 3D testmodellező CAD szoftverforgalmazó jelent meg a piacon, a **Parametric Technology Corporation** (ma: **PTC**), a kereskedelmi verseny kiéleződött, és az ipar számos szempontból már nem volt a régi.



### Az 1980-as évek, 1988-tól 1989-ig

Mivel a számítógép árak, illetve a karbantartási költségek folyamatosan csökkentek a számítástechnikai hardverállomány töretlen fejlődésének köszönhetően, a CAD szoftverforgalmazók az 1980-as évek elejére gyorsan növekvő vállalatok csoportját képezték, hiszen termékeik egyre több felhasználó számára elérhetőek voltak. A CAD szoftverpiac jövedelme 1981-ben már meghaladta az 1 milliárd dollárt. Ezzel párhuzamosan azonban a felhasználói igények is kiszélesedtek.

A piac folyamatosan erősödött azáltal, hogy a cégek összeolvadtak, vagy megvásárolták egymás szoftvereit, illetve azáltal, hogy a repülőgép- és autóipar abbahagyta a saját CAD rendszereinek fejlesztését, és egyre nagyobb mennyiségben kezdett a kereskedőktől vásárolni. A **Boeing** 1980-ban kezdte fejleszteni a **TIGER** 3D CAD rendszert, azonban 1988-ban bejelentette, hogy inkább a **CATIA**-t használná a 777-es típusú repülőgép megtervezéséhez, ezzel 1 milliárd dolláros bevételhez juttatva az **IBM-Dassault**-ot. Az 1980-as évek elején a **GM** a **GDS** szoftver fejlesztésébe fogott, azonban 1988-ra már a **C4** (CAD CAM CAE CIM) elnevezésű programján dolgozott, hogy megerősítse, és racionalizálja a nagyszámú különböző CAD rendszereit, melyeket korábban használt. Hasonló okokból a **McDonnell-Douglas** repülőgép osztálya ekkor kezdte fejleszteni a **C3**-at (CAD CAM CALS). A kereskedelmi szoftverek iránti kereslet tehát megkétszereződött azáltal, hogy az ipari vállalatok a sajátfejlesztésű CAD rendszerek felől a kereskedelmi forgalomban kapható CAD szoftverek felé fordultak. Amikor 1987-ben a **Parametric Technology Corporation** bemutatta a **Pro/Engineert**, az első 3D-s CAD szoftvert, mely UNIX munkaállomáson futott, a vezető CAD szoftvergyártók a következők voltak: **Computervision–CADDs**; **Intergraph–IGDS**, **InterAct**; **McDonnell-Douglas/Unigraphics**; **GE/CALMA**; **IBM/Dassault–CADAM**, **CATIA**; és az **SDRC–I-DEAS** (amit 1982-ben mutattak be). Kezdetben számos kereskedő elutasította a **Pro/Engineert** mert instabil rendszernek tartották, azonban alig másfél évvel a **Pro/E** bemutatása után a **Parametric Technology** első helyen állt a 3D CAD rendszer licenzének árusításában.



### Az 1980-as évek, 1988-tól 1989-ig

A **Pro/E** megváltoztatta a felhasználók elvárásait a CAD szoftver felhasználói felületének funkcionalitásával, a könnyű használattal, és leginkább a testmodellező gyorsaságával kapcsolatban. A **Pro/E** volt az első, a legismertebb 3D-s CAD rendszerek közül, mely teljes mértékben magába foglalta azt a koncepciót, melyet közel 20 évvel korábban *Ivan Sutherland* fogalmazott meg a **Sketchpaddal** (*kivéve a fényceruzát*), mindezt úgy, hogy teljes mértékben épült a testmodellezésre, valamint a történelmi jellegű tulajdonságokra, illetve a programmal megrajzolt vázlatok, modellek kényszerítésére. Így egyik napról a másikra a **Pro/E** háttérbe szorította a többi CAD program felhasználói felületét. A **Pro/E** széleskörű használatot biztosított a UNIX X-Windows segítségével azáltal, hogy a felhasználói felületén legördülő menüket, kontextus menüket, pop-up opciókat, bemeneti dobozokat, ikonokat, valamint egyéb felhasználóbarát tulajdonságokat alkalmazott. A többi kereskedő szoftvere – *melyek mindegyike belső fejlesztésű operációs rendszereken alapult, és Fortran programnyelven írták*– a **Pro/E**-hez képest lassú és nehézkes használatú volt, emiatt versenyképtelennek tűnt.

A **McDonnell-Douglas Manufacturing & Engineering/Unigraphics** volt az első olyan vezető CAD szoftverforgalmazó, mely teljesen megértette a UNIX munkaállomások gyors érvényesülését és egyike azon néhány kereskedőnek, melyek rendelkeznek a többszörös hardver platformok támogatásával (*számos Data General modellt támogattak 1976 óta, illetve DEC modellt 1977 óta*). 1987-ben *John Mazzola, Tom Curry és Jerry Maryniak* átvett egy nyílt hardver platformú stratégiát, mely alatt a **Unigraphics**-ot UNIX munkaállomásra lehetett átvinni az **Apollo**-, **HP**-, vagy **Sun** munkaállomásokról. A **Dassault Systems** a **CATIA**t szintén átvitte az **IBM** új munkaállomására, a UNIX RISC-re (*az RS6000*). A szoros piaci kapcsolat nyomása miatt az **IBM** és az RS6000 számítógép támogatta a **CATIA** 3. verzióját, mely 1988-ban jelent meg.



### Az 1980-as évek, 1988-tól 1989-ig

A **Dassault** a repülőgép-ipari múltja miatt a komplex 3D felületmodellezésben már nagyon erős hírnévre tett szert, amikor a **Pro/E** megjelent, azonban a **McDonnell-Douglas Manufacturing & Engineering/Unigraphics** a piaci kényszer hatására 1988 második felében megvásárolta a **Shape Data**t, mely éppen akkor készült kiadni a **Parasolid**ot. A **Unigraphics csoport** abbahagyta a PADL-2 alapú **UniSolids** testmodellező program fejlesztését, és 1989 második felében kiadott egy sokkal integráltabb és versenyképesebb testmodellező CAD programot, a **UG/Solids**-ot, mely a **Parasolidra** épült.

A **Parasolid**ot **John Owen** és csapata a **Shape Data**nál azért fejlesztette ki, hogy kompatibilis legyen az előző **Romulusszal**, és megtartsa a CAM-I AIS API-t. **Ron Davidson** a **Parasolid**ot tényleges testmodellező szabványként mutatta be 1989-ben és a **Siemens-Nixdorf**, a **General Dynamics**, a **Fujitsu** és más cégek hamarosan megvásárolták a program licenzét, hogy saját CAD rendszerükbe integrálhassák. Ettől függetlenül 1985-ben az angliai Chambridge-ben **Charles Lang** és **Ian Braid** megalakította a **Three-Space Ltd.**-t, és **Dick Sower** **Spatial Technology** (**Sower** és **John Rowley** 1986-ban alapította meg) elnevezésű cége felfogadta, hogy az **ACIS** testmodellező programot kifejlessze a **Spatial Technology Strata** CAM szoftveréhez. Az **ACIS** első verziója 1989-ben jelent meg és a **HP** meg is vásárolta a licenzet, hogy saját **ME CAD** nevű szoftverébe építse. A Japán kutatók is rendkívül aktívak voltak az 1980-as években; **Fumihiko Kimura** professzor és csapata a Tokió Egyetemen az évtized elejétől fogva a testmodellezés területén végeztek kutatásokat. **Kimura** professzor egyik munkatársa, **dr. Hiroaki Chiyokura** az 1980-as évek közepe táján a **Ricoh**-hoz ment, és 1987-ben bemutatta a **DesignBase** elnevezésű b-rep testmodellező programot, mely abból a szempontból, hogy elsődleges geometriaként a Gregory felületeket használta (szembeállítva a **NURBS-szel** (**Nonuniform Rational Basis Spline**)) egyedülálló volt. A **DesignBase**-t számos japán CAD szoftverforgalmazó átvette, és a **Ricoh** 1989-ben az amerikai irodán keresztül kezdte árulni a programot. Ez jelezte a „modellező mag háború” kezdetét, mely az **ACIS**, a **DesignBase** és a **Parasolid** közt robbant ki, és a következő évtizedig tartott.



### Az 1980-as évek, 1988-tól 1989-ig

A számítástechnikai hardver piacon a „*munkaállomás*” háború dúlt az **Apollo Computers**, a **Sun Microsystems**, az **SGI**, a **HP**, a **DEC** és az **IBM** közt, amikor 1987-ben elérte tetőfokát azzal, hogy az **Apollo Computers** az **IBM** és a **DEC** mögött a harmadik helyre került a piacon. 1989-ben a **HP** megvásárolta az **Apollo Computerst**, hogy megszerezze a második helyet a **DEC**től, és az 1980-as évek végére az első generációs RISC processzor, valamint a nagy teljesítményű valósidejű 3D teljes színű árnyékolás jelentették a hardver piac csúcsát. A **DEC** ekkorra már reménytelenül küzdött azért, hogy visszanyerje az 1980-as évek elején, a piacon megszerzett dominanciáját, az **IBM** pedig nem volt messze attól, hogy szembesüljön az amerikai cég történelem egyik legnagyobb veszteségével.

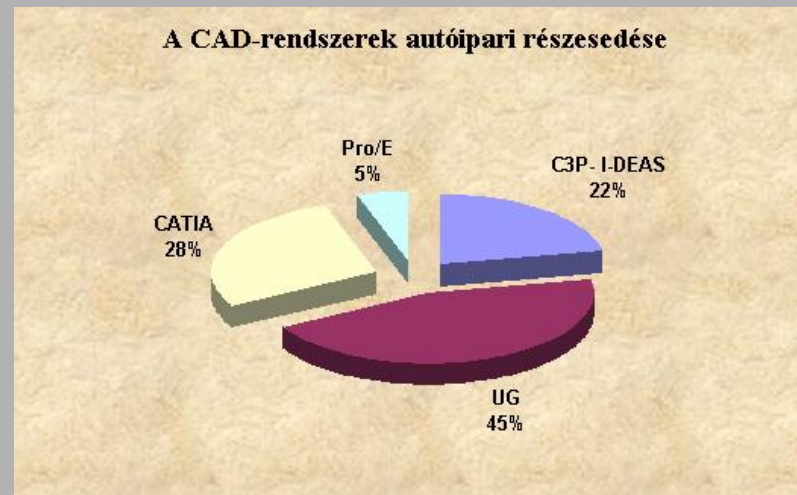
A **Parametric Technology Pro/E**-je tovább uralta a 3D testmodellezés és árnyékolás területén megalkotott újdonságokat, melyeket nagyságrendekkel gyorsabban dobott piacra, mint versenytársai. A vezető CAD szoftverforgalmazók azt az üzenetet terjesztették a vásárlók felé, hogy „*a Pro/E csak egy gyorsabb módja annak, hogy hibát vétsünk*”, és véletlenszerűen fejlesztették a „*Pro/E-gyilkos*” termékeket. A 3D CAD szoftverfejlesztők minden idejüket arra fordították, hogy utánozni tudják a **Pro/E** felhasználói felületét és megközelítsék a testmodellezési szintjét.

A CAD szoftverpiac jelentős mértékben nőtt, azonban a piaci pangás Európában és az Egyesült Államokban is lefelé vitte a CAD szoftverek árát, így csökkentve a korábbi nagy nyereséget. Az évtized végére a vezető CAD szoftverkereskedők a **Dassault Systems–CATIA**, a **Parametric Technology–Pro/Engineer**, az **MDC–Unigraphics** és az **SDRC–I-DEAS** lett. Mind a **Computervision**ot, mind pedig a **CALMA**t 1988-ban megvásárolta a **Prime Computer** (mely egyébként a csőd szélén állt), és az **Intergraph**al együtt elvesztették lendületüket, melyet sosem nyertek vissza.



## Az 1990-es évek, 1994-ig

A felhasználók igényei egy csapásra megváltoztak a **Pro/E** UNIX X-Windows alapú felhasználói felületének köszönhetően, főként a testmodellező sebességének köszönhetően. A többi CAD szoftverkereskedő gyorsan fejlesztette a saját, **Pro/E**-t támadó frissítéseit, miközben marketing csoportjaik szorgalmasan próbálták meggyőzni meglévő és leendő ügyfeleiket, hogy várjanak még, amíg a frissítések megjelennek. Habár az **Autodesk**-et nem fenyegette közvetlenül a **Pro/E** sikere, mégis megvoltak a kihívások, melyeknek eleget kellett tennie, minthogy a PC-kre alkalmazható CAD szoftverpiac egyre bővült.





### Az 1990-es évek, 1994-ig

A **Boeing** sikeressége más repülőgép- és autóiipari cégeket is arra ösztönzött, hogy átgondolják a szabványosítás lehetőségét. A 1990 és 1993 között **Pratt&Whitney** és a **GE Aircraft Engines** a **Unigraphics**-ra állt át, a **Mercedes-Benz**, a **Chrysler**, a **Renault** és a **Honda** a **CATIA** licenzét vásárolta meg, a **Caterpillar** pedig a **Pro/E**-jét. A **GM** szintén a **Unigraphics** mellett döntött, ennek következtében 1991 második felében az **EDS** megvásárolta az **MDM&E/Unigraphics**-ot.

1992-től már csak a UNIX munkaállomásokra átírt CAD rendszereket vásárolták a felhasználók. Azok a forgalmazók (*leginkább a Computervision és az Intergraph*), akik hagyományosan a saját hardver és szoftver megoldásokra fókuszáltak, nagy csapásként érezték, hogy a vásárlók egyre inkább az olcsóbb „nyílt” rendszereket vásárolják. 1993-ra a CAD szoftverpiac négyfelé polarizálódott: a UNIX munkaállomások 3D CAD szoftverarénájának legfőbb vezetőit, az **IBM-Dassault Systemst–CATIA**, az **EDS-Unigraphicsot–Unigraphics** és a **Parametric Technology-t–Pro/Engineer** közvetlenül az **SDRC–I-DEAS** követte. Az előző két évtized óriásai, a **Computervision–CADDs** és az **Intergraph–I/EMS** nagyon elmaradtak a piaci elsőségtől, és már sosem nyerték vissza kezdeti lendületüket.

Az 1990-es évek elején a CAD rendszerek egyesített szabványára vonatkozóan megkötött számos nagy szoftverszerződés ellenére, a szoftvergyártók számára egyre nehezebb volt termékeik elkülönítése. A **Pro/E** hatása olyan erős volt és a kereskedők olyan mértékben próbálták felszámolni a **Parametric Technology** előnyét, hogy 1994-re minden vezető szoftverkereskedő 3D CAD rendszere rendkívül hasonló lett: mindegyikben volt vázlatkészítő, kényszervezérlés, tulajdonságalapú testmodellezés, családfa, NURBS felületek, X-Windows felhasználói felület, stb.



### Az 1990-es évek, 1994-ig

A CAD szoftverkereskedők egy újabb problémáját jelentette a „3D testmodellező programmag háború”, mely a **Spatial Technology (ACIS)**, az **EDS-Unigraphics (Parasolid)**, valamint a **Ricoh (Designbase)** között robbant ki. Ez a három kereskedő azért, hogy megvédje az erős testmodellező függvényeket, egyre bonyolultabb 3D b-rep testmodellező könyvtárakat dolgozott ki, melyeket a már létező CAD szoftverekbe lehetett integrálni. Annak ellenére, hogy a program magok egyre drágábbak lettek, a kisebb CAD szoftverforgalmazók is megengedhették maguknak, hogy beépítsék termékeikbe a 3D testmodellezést. Habár sokkal kevésbé volt funkcionális, mint a **Parasolid**, az **ACIS** modellező mégis nagy hasznot hozott a **Spatial Technology**-nak, melynek 1993-ra már több mint 70 3D CAD szoftverforgalmazó ügyfele volt világszerte, melyek közül a leghíresebb az **Autodesk** volt. Az **Autodesk** keményen meglovagolta a PC hullámot, hogy az évi 285 millió dolláros bevételével 1992-re a világ elsőszámú 2D CAD szoftverkereskedője legyen. Az **Autodesk** eredetileg 1990-ben vásárolta meg az **ACIS** programmagot a **Spatial Technology**-tól, és 1994-ben az **Autodesk** kijelentette, hogy eladta az **AutoCAD** 2D-s CAD szoftver 1 milliomodik licenszét, mely már az **AutoCAD** 13. verziója (*AutoCAD Release 13*) volt, ami már a 3D testmodellezést is tartalmazta, az **ACIS** 3D programmagra épülve. Így 1994 második felére, két további esemény társult az **Autodesk** 3D szoftverpiacon való megjelenéséhez, melyek teljes mértékben forradalmasították a CAD szoftveripart: a **Microsoft** kiadta az első, személyi számítógépekhez készített 32 bites operációs rendszerét, a Windows NT-t, és az **Intel** kiadta az első 32 bites Pentium Pro chipet. Ugyanebben az időben a „3D testmodellező mag háború” elmélyült, mivel az **EDS/Unigraphics** hivatalosan is megjelentette a **Parasolid**, a **Spatial Technology** az **ACIS**-re épülő **3D Toolkit**, a **Ricoh** pedig a **Designbase** Windows NT-re átírt alkalmazást. A 3D CAD szoftveripar korábban éveket és dollármilliókat költött a fejlesztésekre, de most már általában évente jöttek ki az új fejlesztések. 1993-ban egy kis CAD szoftvervállalat a **SolidWorks** jelent meg, és pontosan ilyen stratégiával vágott bele a szoftverfejlesztésbe.



### Az 1990-es évek, 1995-től 1997-ig

Az 1990-es évek elején a PDM kereskedők száma jelentősen megnőtt. Az **EDS/Unigraphics** 1991-ben kiadta első PDM szoftverét, az **InfoManager**-t (a később *iMAN*-re átkeresztelt programot, hogy elkerüljék a névazonosságot a márkával), majd 1992-ben megalakult a **Metaphase**, mely az **SDRC** és a **Control Data** közti kapcsolat volt. A **Workgroup Technology Corporation** is ugyanebben az évben alakult meg. Az érdeklődés a PDM iránt olyan nagy volt, hogy 1994-re az **Adra Systems** majdnem annyi haszonra tett szert **MatrixOne** elnevezésű PDM szoftverével, mint amennyi a CAD szoftvereiből befolyt.

Amíg a PDM fejlesztései felgyorsultak, 1995-re nyilvánvalóvá vált, hogy a b-rep testmodellezésre és a NURBS felületmodellezésre épülő 3D CAD szoftver-piac egysíkúvá kezd válni, és a kereskedők egyre kevésbé az áttörő jellegű újításokra fókuszálnak, mint inkább az olyan anyagi fejlesztésekre, mint az „*érjük utol a PTC-t*”-fejlesztés. 1995 második felében a **SolidWorks** kiadta a **SolidWorks 95** 3D CAD szoftvert, amely 80%-ban elérte a **Pro/E** funkcionalitását, és annak csupán 20%-ába került.

A **Pro/E** eredeti felbukkanása nagy zűrzavart okozott, minthogy a CAD szoftvergyártók rákényszerültek, hogy teljesen újraértékeljék és átírják alap architektúrájukat. A **SolidWorks 95** ezzel szemben csupán arra ösztönözte őket, döntsék el, hogy létező programjaik egyes részleteit, vagy a teljes terméket írják át Windows NT alá. Miközben lényeges különbségek voltak a UNIX és a Windows NT operációs rendszerek között, és a szoftvergyártók programjainak átírása nem volt egészen egyszerű, a Windows-t rendkívül jó fejlesztő eszközök (*MFC, Visual C++, stb*) támogatták, és a technológiai fejlesztés csupán az idő függvénye volt. Így 1995 végére az összes vezető UNIX-os CAD szoftvergyártó bemutatta Windows NT-re átírt szoftvereit.



### Az 1990-es évek, 1995-től 1997-ig

A Windows-ra írt 3D CAD programok, komoly üzleti dilemmát okoztak azoknak a CAD szoftvergyártóknak, akik UNIX munkaállomásokra írták szoftvereiket. Miközben egyértelmű volt, hogy számos CAD rendszerfelhasználó szükségesnek érezte a CPU teljesítményt, és főként azt a grafikai háttérrel, melyet a UNIX munkaállomás biztosítani tudott, mégis teljesen nyilvánvaló volt, hogy a felhasználók széles körei elégedettek voltak a személyi számítógépek nyújtotta lehetőségekkel. 1997-re szintén nyilvánvalóvá vált, hogy a UNIX teljesítménybeli előnye megszűnt, mivel az **Intel** folyamatosan adta ki az egyre erősebb Pentium processzorokat, valamint a tajvani gyártók egyre jobb grafikus kártyákat gyártottak személyi számítógépekhez.

A UNIX 3D-s CAD szoftvergyártók hirtelen nagyfokú árnyomás alá kerültek, mivel a felhasználók elkezdtek vásárolni a **SolidWorks 95**-öt, minthogy megelégedtek a kisebb teljesítménnyel is, hiszen jelentős összegeket takaríthattak meg a UNIX CAD rendszereivel szemben. Hasonló helyzetbe került az Autodesk is, hiszen arra kényszerült, hogy 3D-s CAD szoftverét fejlessze, mert az **AutoCAD** felhasználók egyre magasabb 3D-s igényeik miatt a **SolidWorks 95**-öt kezdték vásárolni, annak ellenére, hogy az **AutoCAD** egy **ACIS**-alapú, olcsóbb rendszer volt. Megszületett a középkategóriás CAD rendszerek piaca, és a **SolidWorks**-öt, alig 2 évnyi siker után, a **Dassault Systems** 320 millió dollárért 1997-ben megvásárolta.

1996-ban az **Intergraph** is kiadott egy, a **SolidWorks**-höz nagyon hasonló, Windows alatt futó 3D-s CAD rendszert, a **SolidEdge**-t, mely a **Spatial Technology ACIS** modellező magra épült. A pozitív felhasználói visszajelzés hatására 1997-ben az **EDS/Unigraphics** megvásárolta a **SolidEdge**-t, a **Dassault Systems** pedig a **SolidWorks**-öt vette meg.

1996-ban az **Autodesk** kiadta a **Mechanical Desktop**-ot, mely a cég első teljes funkciójú 3D testmodellező CAD rendszere volt, és amely gyorsan elérte a CAD szoftverpiac eladási világ ranglistáján az első helyet



### Az 1990-es évek, 1995-től 1997-ig

1997-ben a **Computervision**, mely az elmúlt évtizedben tartós hanyatlásnak indult, szintén megkísérelte visszanyerni helyét a számítógépre adaptált 3D CAD szoftverpiacon azzal, hogy kiadta **DesignWave** nevű 3D-s CAD programját, mely az **EDS-Unigraphics Parasolid** magján alapult.

A **General Motors** 1996-ban döntött amellett, hogy a **Unigraphics**-ra szabványosodik. 1997-ben a **Ford Motors** követte, mely cég a belső fejlesztésű **PDGS** CAD rendszerét cserélte le az **SDRC I-DEAS** 3D-s CAD szoftverére. Ez a két cég volt az utolsó olyan nagy amerikai vállalat, mely belső fejlesztésű CAD rendszerrel dolgozott. Szabványosítási törekvésük, illetve a saját CAD rendszerfejlesztés befejezése jelezte az 1960-ban kezdődött, a belső fejlesztésű CAD rendszerek korának végét, egyben egy új korszak kezdetét is, minthogy világossá vált, hogy:

- a viszonylag gyors és könnyű növekedés évei véget értek;
- a növekvő hiány a CAD technológia differenciálódása a versenyt még nehezebbé, és költségesebbé tette;
- az olcsó CAD szoftverházak nehéz helyzetbe kerültek a Windows alapú 3D CAD szoftverforgalmazók megjelenésével.

A vezető CAD szoftverforgalmazóknak paradigmaváltásra volt szükségük és a PDM mindezt lehetővé tette. Az 1990-es évek közepe táján a PDM piac évente több mint 20%-kal nőtt, és 1997-re elérte a 1,1 milliárd dolláros bevételt.



### Az 1990-es évek, 1998-tól 1999-ig

Az 1990-es évek vége felé a CAD szoftverpiacot három fő fejlesztési irány jellemezte, melyek mindegyikét az motiválta, hogy a CAD szoftverkereskedők már nem tudtak csupán a 3D-s szoftverek bevételeiből növekedni. A három fő fejlesztési irány a következő volt:

- a cégek megvásárlása, és az egyesülés;
- a PDM piacból való részesedés megszerzéséért való harc;
- az „internet engedélyezetté” válás elérése.

A megvásárlási szériát a **Dassault Systems** kezdte 1997-ben, amikor is megvette a **SolidWorks**-öt. Ugyanebben az évben az **EDS-Unigraphics** megvette az **Intergraph**-tól a **SolidEdge**-t, illetve a **Dassault Systems** az 1985-ben megalapított **Deneb Robotics**-ot is megvette, mely a gyártásvizualizálási piac vezető egyénisége volt. 1999-ben a **Parametric Technology** megvásárolta a **Computervision**-t, a **Dassault Systems** pedig megvette a **Matra Datavision**-t. Mindeközben 1997 májusában az Amazon.com sikeresen teljesítette az IPO-t. 1998 végére az Amazon.com nyeresége 17 milliárd dollárra emelkedett, és azóta sem mutatta jelét a csökkenésnek. Minden iparágban, így a CAD szoftveriparban is, a kereskedők különféle stratégiákat gondoltak ki arra, hogyan kerülhetnének fel az internetes piacra, hasznot húzva az akkoriban jóslott hatalmas B2B jövedelmekből, és természetesen hogyan részesedjenek az internetes részvények hatalmas tőzsdei sikeréből.

Habár néhány vállalat (mint például az 1997-ben megalapított **Alibre**) hamarosan bejelentette kliens-szerverei jelenlétét az Interneten, melyek lehetővé tennék a teljes 3D modellezést az interneten keresztül; a legfőbb cél a 3D-s modellek internetes keresőkön való megtekintése volt, valamint Internet/intranet kereső felületek PDM rendszerekhez való kiépítése. Az egyik vezető vállalat, a **Dassault Systems** –mely a CAD rendszerek internetről történő integrálásával kapcsolatban már rendelkezett bizonyos tapasztalatokkal, amikre a Boeing 777-es projekt révén tett szert– már 1996-ban lépéseket tett az interneten keresztül elérhető CAD modellek érdekében. A próbálkozás nevezetesen a **CATIA Conferencing Groupware** volt, mely lehetővé tette a **CATIA** modellek annotációjának interneten keresztül való megtekintését. 1997-ben a **Dassault Systems** bemutatta a **CATWeb Navigator**-t, mely lehetővé tette a **CATIA** 3D-s modellek és alkatrészek világhálón történő megtekintését, majd 1998-ban elkészült az **ENOVIA** (segédprogram, segédcsomag) is a PDM II rendszer fejlesztéséhez.



### Az 1990-es évek, 1998-tól 1999-ig

1998-ban az **EDS** a **Unigraphics**-ot és az **iMAN**-t **Unigraphics Solutions** néven egyesítette, és az új cég 14%-át értékesítette az IPO-n. 1999-ben **John Mazzola**, a **Unigraphics Solutions** elnöke bejelentette, hogy a cég átszervezte magát, annak érdekében, hogy sokkal célorientáltabban koncentráljon a hálózat engedélyezett PDM-re, és az asztal megjelenítésére, valamint az iMAN Web szerző az iMAN PDM szoftverre gyakorolt hatását is bemutatták. Szintén 1999-ben a **Parametric Technology** bejelentette a SupplierMarket.com-mal kötött szövetségét azért, hogy a **Parametric** újonnan bemutatott **Windchill** nevű PDM szoftverének gazdasági jelentőségét is szemléltessék. A **Dassault** bejelentette, hogy megvásárolta a **Smart Solutions**-t, valamint a **SmarTeam** hálózat engedélyezett PDM szoftvert. A **CoCreate**, mely korábban a **HP** CAD fejlesztő egysége volt bejelentette, hogy elkészült, és működik az **OpenSpace** elnevezésű hálózat engedélyezett 3D-s portál. A vállalat vezetés- és tulajdon gyors cseréi, az új PDM szoftverek megjelenése, valamint az interneten keresztül történő hozzáférés-engedélyezés frissítései ellenére a 3D CAD szoftverpiacon a változás az 1990-es évek végén nem volt jelentős. Mihelyt 1999-ben a **Dassault Systems** kiadta a **CATIA** régóta várt 5. változatát, mely az első teljesen Windows-ra kivitelezett **CATIA** verzió volt, a CAD szoftverházak mindegyike teljes mértékben Windows-ra írt rendszerekkel kereskedett, melyek nagy alkatrészkesztő kapacitásokkal rendelkeztek, valamint vázlatkészítő és kényszerező vezérléssel, tulajdonság alapú családfával, stb.. Az **Autodesk** 1999-ben kiadta az **Inventor** a **Spatial Technology ACIS** modellező magjára épülő 3D-s tervező szoftvert azért, hogy a hagyományos 3D CAD szoftvergyártókkal felvegye a versenyt. Az **Inventor** volt az **Autodesk** első olyan műszaki CAD tervező rendszere, mely nem az **AutoCAD** architektúrájára épült. Szintén 1999-ben az olasz **CADLab** szoftvervállalat **think3**-ra változtatta a nevét, és az **EurekaGold** elnevezésű CAD szoftverét is átnevezte **thinkdesign**-ra.

Az év legnagyobb újdonsága, hogy a **Parametric Technology** megvásárolta a **Computervision** illetve, hogy ez hogyan befolyásolta a CAD szoftverpiacot, elhomályosította azt a tényt, hogy a 3D CAD szoftverek területén nincs többé áttörő jellegű alapvető technológiai újdonság. Számos új kisvállalat jelent meg a 3D CAD szoftverpiacon, különböző olcsó termékekkel, melyek mindegyike a két legelterjedtebb 3D modellező programra épült, azonban az elmúlt egy évtizedben, a **Pro/E** 1987-es megjelenése óta nem történt áttörő technológiai újítás a CAD szoftverpiacon.



## Az új évezred

Az **Autodesk** 2000 közepén kiadta az **AutoCADi-t**, mely a cég első Web-engedélyezett CAD szoftvere volt. Ezen kívül a program megalkotói ellátták szoftverüket egy olyan lehetőséggel, hogy az elkészített rajzok internet keresőn keresztül megtekinthetők legyenek. Microsoft Net Meeting segítségével a program arra is képes volt, hogy néhány egyszerű módosítást elvégezzenek a felhasználók a rajzokon.

Az új termék koncepció>tervezés>részlet kidolgozás>gyártás>önidő csökkentése egyre fontosabbá vált az elmúlt évtizedben. Egy teljesen integrált 3D CAD szoftver, valamint internet engedélyezett PDM segítségével ezek a tervezési és gyártási idők jelentősen redukálhatók. Mindezt a **Ford C3P (CAD CAM CAE PDM)** platformja segítségével tervezett és a 2000-es év vége felé bemutatott Ford Mondeo is tükrözi. A Mondeot teljes egészében az interneten keresztül tervezték, a hagyományosan szükséges tervezési idő csupán egyharmad része alatt. A **Ford** sikere bebizonyította, hogy a CAD szoftver, a PDM szoftver, és az internet integrációja azért, hogy a mérnökök és konstruktőrök egy egyszerű digitális „mester”-en keresztül láthassák munkájuk eredményét, és javíthassák azt, nem csupán időben és utazási költségben térül meg, de a globálisan szétszórta gyártás, valamint az egyenlően szétosztott ellátási csoportok segítségével majdnem teljesen kiküszöböli egy komplex termék tervezése és gyártása során hagyományosan felmerülő problémákat, hibákat.





### Az új évezred

A vezető CAD szoftverkereskedők gyorsan átformálták magukat az újonnan felbukkanó piaci trendnek, a PLM-nek (*Product Life-cycle Management*) megfelelően, ami az 1990-es évek elején az egyetemi kutatások eredményeinek gyártásban való megjelenésével 1999-re az egész iparágban elnyerte népszerűségét. Hirtelenjében a „3D szoftvergyártók” eltűntek, és megjelentek a „PLM megoldás ellátók”. A négy vezető CAD szoftverkereskedő (*Dassault Systems, Parametric Technology, Unigraphics Solutions* és az *SDRC*) hozzálátott a cégarculat, a marketing, valamint az eladási folyamat átrendezéséhez; az olyan reklámszövegek, mint a „villámgyors 3D modellezési sebesség”, „villámgyors árnyékolás”, vagy a „meggyőző realizmus” eltűntek, helyettük azonban megjelentek az olyanok, mint például „értékes munkák”, „portfólió menedzsment”, és „életciklus analízis”.

A **Ford** a **C3P** platformban az **SDRC Metaphase** nevű PDM szoftverét használta, és 2000 végén az **SDRC** azért, hogy megszilárdítsa a PLM helyzetét/ imázsát, megvásárolta a **Sherpat**, mely a **Metaphase** régi versenytársa volt. Ráadásul az erős adatbázis, és hálózatvezérlés, a nagyméretű 3D-s alkatrészek meglehetősen gyors megjelenítése/megtekintése a legfőbb eleme a modern PLM megoldásoknak. 2000 végén a **Unigraphics Solutions** megvásárolta a vezető 3D nézegető szoftvercéget, az **EAI**-t.

A **Dassault Systems** 2000 végén megvásárolta a **Spatial Technology ACIS** 3D testmodellező programmagját. Részben azért, mert az **ACIS** sosem lett vezető 3D CAD szoftverkereskedés, részben azért, mert sok más kereskedőhöz hasonlóan többet fektetett a lényegtelen internet ASP fejlesztésbe, a **Spatial Technology** elvesztette vezető szerepét az **ACIS** 1996-os IPO-ja ellenére, mely bebizonyította, hogy az alkatrész-technológiakereskedők elérhetnek kereskedelmi sikereket. Ettől kezdve sem a **Dassault Systems**, sem pedig leányvállalata, a **SolidWorks** nem használták az **ACIS**-t, de a megvásárlás oka rejtve maradt.

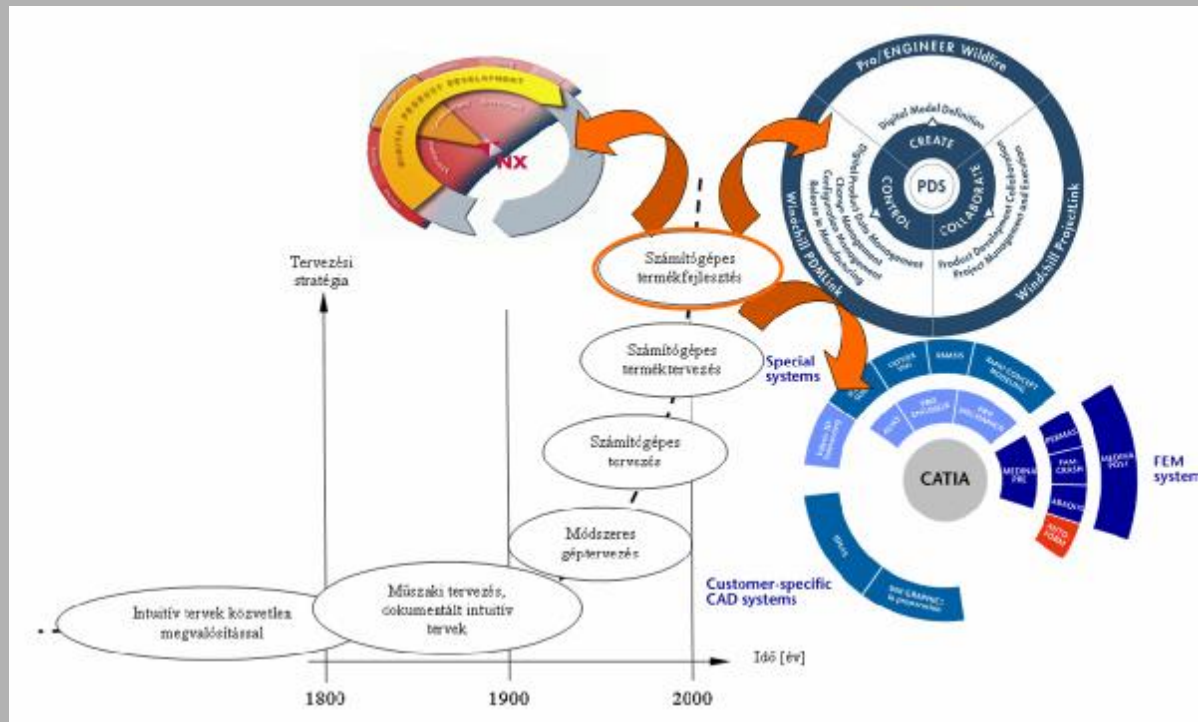


### Az új évezred

2001 elején a **Unigraphics Solutions** megváltoztatta nevét **UGS**-re és megvásárolta az **SDRC**-t. Ugyanebben az időben az **EDS** visszavásárolta azt a 14% **UGS** részvényt, melyet az 1990-es évek végén eladott (a **UGS** az **EDS**-től szerezte részvénytőke konzorcium révén). A **Ford** az **SDRC**-re támaszkodva alakította ki a **C3P** platformot, de a jövőbeni PLM szoftverszükségletei miatt rákényszerült a több szoftveres stratégia megfontolására. Ez a stratégia 2003-ban kezdett megvalósulni, amikor is a **Ford** bejelentette, hogy az **IBM-Dassault Systems** **CATIA**ját, és **ENOVIA**ját alkalmazza.

Minthogy a **Pro/E** 1987-es megjelenése óta nem történt alapvető technológiai áttörés (amit Clayton Christensen professzor robbanásszerű technológiai változásként emleget), az évtized korai éveiben néhány érdekes fejlesztés jelent meg a 3D modellek egyszerűbb és intuitívabb elkészítésének irányában. 2001 végén a **think3** beillesztette a GSM-et a **thinkDesign**-ba, hogy lehetővé tegye a NURBS felületek tolását és húzását. 2003 elején a **PTC** kiadta az új **WildFire** 3D CAD szoftvert, mely szintén megkísérelte a 3D geometriakészítést egyszerűbbé tenni. Az egyetlen új 3D CAD kereskedő, mely felbukkant, hogy az ipar status quo-ját felborítsa, az **ImpactXoft** volt, mely 1999 és 2000 között a japán **Toyota Caelum**mal közösen kifejlesztette az **IX/Speed** és az **XXen** CAD szoftvereket, melyek 2001 elején kerültek a piacra. A **Dassault Systems** 2002 végén befektetett az **ImpactXoft**-ba, és az **IX**, most már a **Toyota Caelum**tól elkülönülve, a **Dassault Systems** azon partnereinek hosszú listáját bővítette, melyek a **CATIA** architektúrájának fejlesztésében vesznek részt.

2004 júliusában a CAD szoftveripart három PLM megoldás kereskedés (az **IBM-Dassault Systems** a **CATIA**val és az **ENOVIA**val, a **UGS** a **Unigraphics**-szal és az **iMAN**-nel, illetve a **PTC** a **Pro/E**-vel és a **WindChillel**), valamint az **Autodesk** vezeti, mely utóbbi piaci értéke valamivel a **Dassault Systems** piaci értéke alatt van, de a **PTC** piaci értékének több mint háromszorosa. A **SolidWorks** és a **SolidEdge** folytatta a versengést az **Autodesk Inventorral** a közepes árkategóriájú CAD szoftverpiacért. Számos kiskereskedés van jelenleg a piacon, melyek listája a **CADAZZ** honlapján is megtalálható. Ezek mindegyike adatkompatibilis a négy vezető CAD kereskedő által javasolt szoftverekkel.





## Beviteli eszközök kifejezetten CAxx alkalmazásokhoz

### Széles funkcionalitás. Kiváló stílus.

A SpacePilot áttördő találmány a 3D navigációban, mely a legigényesebb felhasználók számára készült. A SpacePilot együttműködik az egérrel, kihasználja a mindkét kéz adta lehetőségeket, miáltal intuitív és természetes munkát tesz lehetővé. A SpacePilot kezelése egy kézzel történik, aminek köszönhetően a modell pozicionálható, forgatható, szemügyre vehető és nagyobbítható. Ezzel egyidejűleg az egér segítségével végrehajtható a modell szerkesztése vagy az alkalmazás menüjének használata.

50%-kal kevesebb mozdulat az egérrel. 30%-kal nagyobb termelékenység.

A felhasználásközpontú kialakítás funkcionalitást biztosít mindig, amikor igazán szükség van arra. Az utasítások az LCD kijelzőn láthatóak, amelyek dinamikusan aktiválódnak az alkalmazások közötti vagy az egyes üzemmódok közötti átkapcsolás pillanatában. Ezenfelül rendelkezésre áll a megbízható vezérlést és testreszabást lehetővé tevő programozható gyorsgomb készlet valamint a billentyűzet kiegészítő funkciói (Esc, Shift, Ctrl valamint Alt) és a nézetváltás - amelyek szünetmentes projekttervezést garantálnak.

### A 3D virtuális munkakörnyezete

A SpacePilot a háromdimenziós tervezés világával kapcsol össze. Az optikai érzékelők, a tökéletesen megválasztott rugók valamint az ergonómikus konstrukció remek vezérlést és kényelmes munkát tesznek lehetővé.





## Beviteli eszközök kifejezetten CAxx alkalmazásokhoz

Elég sokoldalú profioknak. Elég egyszerű kezdőknek. Mind a mai napig előrehaladt háromdimenziós technológiák kizárólag a szakképzett tervezők számára készültek. A SpaceNavigator bevezetésével, a 3Dconnexion cég egy olyan terméket dobott a piacra, aminek köszönhetően a 3D tervezés építészek, művészek, egyetemisták és a 3D iránt érdeklődők számára egyaránt elérhetővé vált.

A SpaceNavigator™ természetes és intuitív objektumkezelést biztosít a legismertebb és legtöbb lehetőséggel bíró 3D alkalmazások 3D környezetében.

Egyszerűen nyomogasd, húzd magad felé, fordasd el és döntsd meg a manipulátor karját – a SpaceNavigatorok köszönhetően a háromdimenziós tárgyak (3D) egyszerre pozícionálhatók, forgathatók, szemügyre vehetők és nagyobbíthatók. A 3Dconnexion technológiájának felhasználása egyszerű, könnyű és játékkal teli mozgást tesz lehetővé olyan környezetben mint például a Google Earth. A két programozható nyomógombhoz hozzárendelheted kedvenc alkalmazásod funkcióit.

Minden otthonban, minden íróasztalon, minden pénztárcához. Kis méreteinek köszönhetően a SpaceNavigator könnyedén elfér az íróasztalodon. A Personal Edition verzióban kapható termék 59 Euróért pedig megfelel pénztárcád igényeinek is.



## Beviteli eszközök kifejezetten CAx alkalmazásokhoz

### Megnövelt produktivitás és kényelem

A SpaceMouse Plus nagy teljesítményű mozgásvezérlő, amely a 3D alkalmazások felhasználóinak nagyfokú produktivitást és kényelmet nyújt munkájuk során. A 11 programozható nyomógomb biztosítja, hogy a makrók és a kívánt parancsok valóban mindig kéznél legyenek. A 3D szoftverek igényeinek megfelelően lett kifejlesztve, így biztosítja, hogy az ezekben a szoftverekben rejlő erőt ki lehessen használni.

### Kétkezes erő

A SpaceMouse Plus a hagyományos egérrel együtt használható, s így egy gyorsan megszokható, hatékonyabb, termelékenyebb kétkezes munkastílust valósít meg. A tervezők egy időben tudják forgatni, kicsinyíteni és nagyítani a 3D modellt a SpaceBall segítségével, miközben az egér használható a kijelölésre, szerkesztésre. Világszerte már több, mint 250.000 felhasználó élvezi a 3Dconnexion mozgásvezérlők nyújtotta előnyöket a több, mint 100 támogatott alkalmazás használata során.



*Használja ki a CAD szoftverének lehetőségeit mindkét kezével!*

### Kevesebb idő, kevesebb kényelmetlenség

Kiküszöböli az ismétlődő, fárasztó lépések végrehajtását, így tehermentesítve az egeret kezelő kezét. A 3Dconnexion mozgásvezérlők felhasználói 30%-os produktivitás növekedésről és felére csökkent egérfelhasználásról számolnak be. A napi munkában nagy szükség van a hatékonyságra, és ezt a kétkezes munka biztosítja, ha elkezdi használni, később nem tud élni nélküle.



### Fő funkciók

- Optikai, kopásmentes rendszer
- 11 programozható nyomógomb
- Teljes plug & play kompatibilitás (csak az USB)
- 6-szor gyakoribb adattovábbítás a pontosabb mozgatásért (csak az USB)
- Több, mint 100 támogatott alkalmazás

## Beviteli eszközök kifejezetten CAxx alkalmazásokhoz

Több, mint 100 támogatott alkalmazás - példaként említhető programok

### Tervezés és modellezés

- AutoCAD
- Autodesk Inventor
- CATIA
- Google SketchUp
- Pro/ENGINEER
- NX
- Solid Edge
- SolidWorks

### Digitális tartalom készítés

- Autodesk 3ds Max
- Autodesk AliasStudio
- Autodesk Maya
- form+Z
- SOFTIMAGE(XSI)

### Vizuális megjelenítők

- Google Earth
- Autodesk DWF Viewer
- Autodesk Design Review
- SolidWorks eDrawings
- Dassault Systemes XNL player
- 3Dconnexion Picture Viewer

A támogatott alkalmazások teljes listája a következő weboldalon található  
[www.3dconnexion.com](http://www.3dconnexion.com)

Egyetlen gombnyomással, húzd magad felé, fordogd el és döntsd meg a manipulátor karját, a megfelelő vezérlés biztosításához



Döntés



Le- és felfelé fordítás



Jobbra- és balra tolas



Forgatás



Forgatás



Közöltetés/távolítás

### Specifikáció

<b>Mozgatóvezérlő</b>	Fajlatt optikai érzékelő, 6 szabadságfokú mozgás
<b>A készülék gyorsasága</b>	testreszerezhető
<b>Gombok</b>	15 testreszerezhető gyorsgombok
<b>Az interfész típusa</b>	USB / Serial (Unix/Linux alatt soros)
<b>Tömeg</b>	590g (USB) 619g (Serial)
<b>Méret</b>	194 x 139 x 58mm
<b>Garancia</b>	3 év
<b>Biztonsági szabványok</b>	FCC, CE, VCCI, RRL, WHQL, CTICK, UL

### Rendszer követelmény

- Intel Pentium 4/III vagy AMD/Athlon Processzor vagy magasabb
- Windows: 140 MB szabad tárhely a meghajtó szoftver és a beépülő szoftverelemek telepítéséhez
- Unix/Linux: 2 MB szabad tárhely a meghajtó szoftver telepítéséhez
- USB 1.1 vagy 2.0

### Támogatott operációs rendszerek

- Windows XP, x86 vagy x64
- UNIX (HP-UX 11, IBM AIX 5.2, Sun Solaris 8 vagy magasabb)
- Linux (Redhat Enterprise Linux WS 3, SuSE 9.0 vagy magasabb)

