

컴퓨터 그래픽스

1. 컴퓨터 그래픽스 개요 및 시스템

2025년 2학기

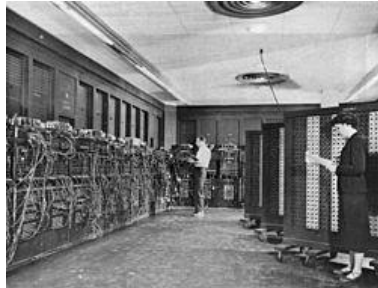
컴퓨터 그래픽스의 발전

- 컴퓨터 그래픽스 정의

- 컴퓨터 그래픽스는 컴퓨터를 이용해 그림을 생성하는 기술
- 영상처리 (Image Processing): 있는 그림을 개선하거나 인식하는 분야

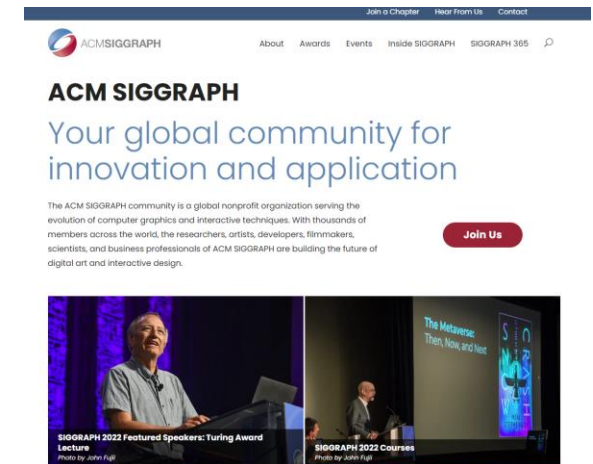
- 1960년대까지의 컴퓨터 그래픽스

- 1946년: 펜실베니아 대학의 모클리와 애커트가 세계 최초의 진공관 컴퓨터인 애니악(ENIAC, Electronic Numerical Integrator and Computer) 발명



출처: 위키피디아

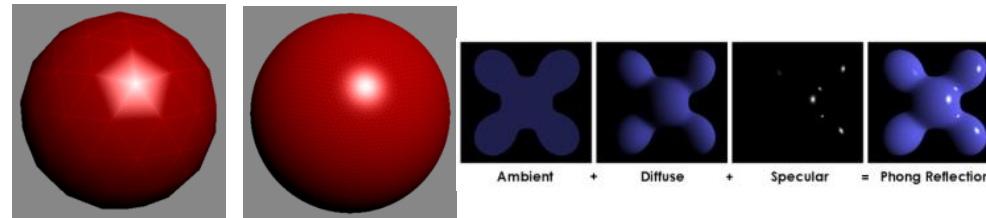
- 1962년: MIT의 Ivan Sutherland는 CRT 위에 라이트 펜으로 직접 그림을 그릴 수 있는 스케치 패드(Sketchpad) 프로그램을 개발
- 1969년: ACM 학회에 그래픽스 협의회인 SIGGRAPH 발족 (Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Technics)



컴퓨터 그래픽스의 발전

- 1970년대의 컴퓨터 그래픽스

- 본격적인 컴퓨터 그래픽스가 활용되는 시기
- 1972년: 래스터 그래픽스 등장
- 1974년: 유타 대학의 Bui Tuong Phong은 Phong shading 알고리즘 개발



출처: 위키피디아

- 1977년: 폴란드 수학자인 Benoit Mandelbrot가 프랙탈 기하학 분야를 정립

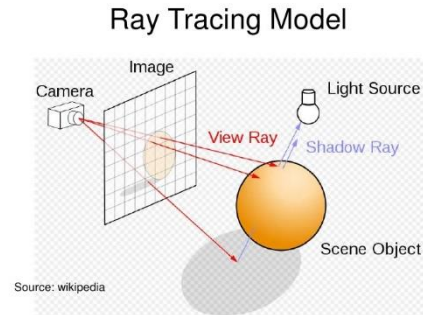


출처: 위키피디아

컴퓨터 그래픽스의 발전

- 1980년대의 컴퓨터 그래픽스

- 개인용 컴퓨터의 급속한 발전과 보급으로 컴퓨터 그래픽스가 대중화된 시기
- HCI 기술 발전(윈도우, 메뉴, 아이콘, 마우스 등)
- 1980년: 렌더링 테크닉인 [레이 트레이싱](#) (광선 추적 알고리즘)



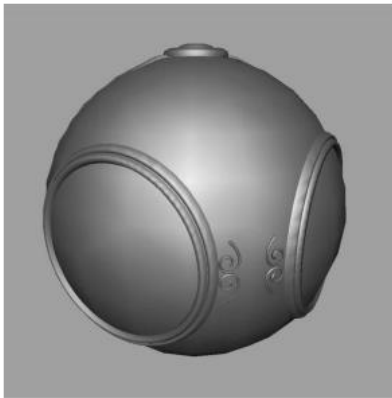
출처: 위키피디아

- 1981년: IBM에서 개인용 컴퓨터 개발, 컴퓨터의 소형화
- 1982년: John Walker와 Dan Drake가 AutoCAD 소프트웨어 개발
- 1984년: GUI를 이용한 개인용 컴퓨터 Macintosh 개발
- 1985년: NES사가 가정용 게임기 Nintendo 개발
- 1987년: IBM사에서 VGA 그래픽 카드 개발

컴퓨터 그래픽스의 발전

- 1990년대의 컴퓨터 그래픽스

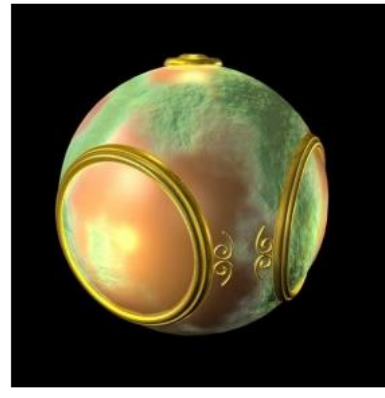
- 3차원 그래픽스의 발전, 사실주의 컴퓨터 그래픽스, 인터넷 환경 발전
- 1990년: 오토데스크사의 Gary Yost는 3차원 컴퓨터 그래픽스를 위한 디자인 소프트웨어인 3D max
- 1992년: 실리콘 그래픽스사에서 OpenGL 사양 발표
- 1995년: Pixar사는 최초의 3D 애니메이션 “[Toy story](#)” 제작
- 1995년: 마이크로소프트사는 DirectX API 사양 발표
- 1999년: NVIDIA사는 GeForce256 GPU 개발



Smooth shading



Environment mapping



Bump mapping



컴퓨터 그래픽스의 발전

- 2000년대 이후의 컴퓨터 그래픽스
 - 실시간 렌더링
 - 포토리얼리즘과 비 포토리얼리즘 그래픽스 발전
 - 물체의 사실감과 자연스러움 증가
 - [SIGGRAPH 2023: Technical Papers Preview Trailer](#)
 - [SIGGRAPH 2024: Technical Papers Preview Trailer](#)
 - [SIGGRAPH 2025: Technical Papers Preview Trailer](#)
 - 응용 분야의 확장
 - 인공지능 기반 그래픽스

2차원 그래픽스

- 2차원 그래픽스

- 점, 선, 원, 곡선 등과 같은 기본 도형을 이용하여 2차원 평면상에 구현된 디지털 이미지
- 결과물을 픽셀의 형태로 표현: 각 픽셀은 적색(Red), 녹색 (Green), 청색(Blue)의 농도 값을 배합
- 그래픽의 표현 방법과 처리방식에 따라 **벡터 그래픽스**와 **래스터 그래픽스**로 구분

- **벡터 그래픽스(Vector Graphics)**

- 그래픽에 사용된 객체들을 점과 선을 이용해 수학적 함수로 표현하여 기억 공간에 저장하는 방식
- 파일의 크기가 래스터 그래픽 방식으로 저장한 것보다 작음
- 기하적 객체를 수식의 형태로 표현하므로 화면 확대 시에도 화질의 변화가 없음

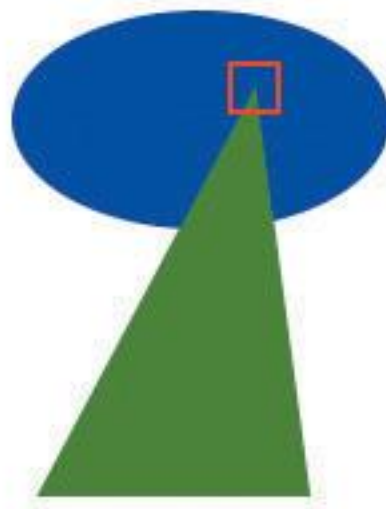
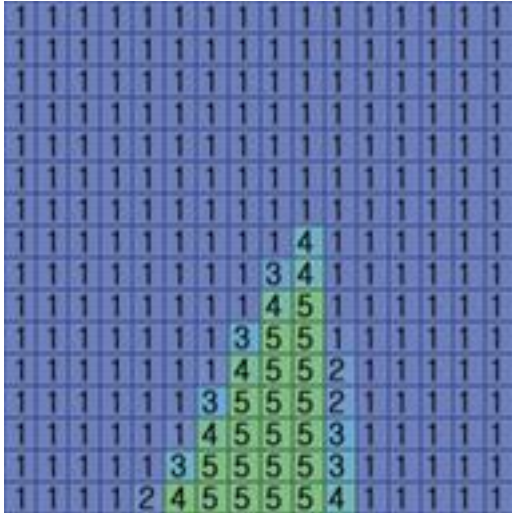
```
<?xml version = "1.1"?>
<svg width="300" height="300">
<ellipse cx="110" cy="50" rx="70" ry="40">
style="fill:blue; stroke:blue; stroke-width:2"/
<polygon style="fill:green;stroke:green;"
stroke-width:2" points="130,40 140,190 50,190"/>
</svg>
```



2차원 그래픽스

- 래스터 그래픽스(Raster Graphics)

- 래스터 그래픽 출력장치에 표시하기 위한 그래픽 데이터를 픽셀단위로 기억 공간에 저장
- 저장된 파일의 크기는 출력장치의 해상도에 비례
- 화면을 확대하면 화질이 떨어짐



3차원 그래픽스

- 3차원 그래픽스

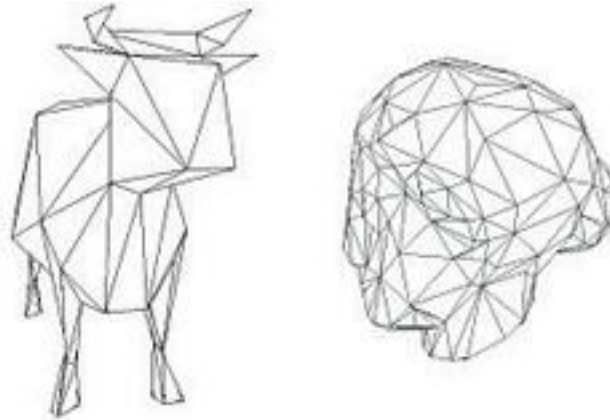
- 컴퓨터에 저장된 모델의 기하학적 데이터를 이용해 3차원으로 표현한 뒤 2차원 적 결과물로 처리, 출력하는 컴퓨터 그래픽

- 3차원 그래픽 생성과정 :

- 물체의 기하학적인 형상을 모델링(Modeling)
 - 3차원 물체를 2차원 평면에 투영(Projection)
 - 생성된 3차원 물체에 색상과 명암을 부여(Rendering)

3차원 그래픽스

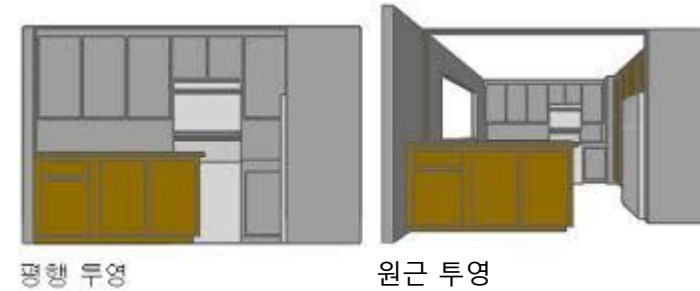
- 모델링(Modeling) 과정
 - 3차원 좌표계에서 물체의 모양을 표현하는 과정
 - 와이어프레임(Wireframe)모델
 - 다각형 표면(Polygon Surface)모델
 - 솔리드(Solid)모델링
 - 3차원 스캔에 의한 모델링



3차원 그래픽스

- 투영(Projection) 과정

- 3차원 객체를 2차원 화면에 투영
 - 평행 투영, 원근 투영



- 렌더링(Rendering) 과정

- 색상과 명암의 변화와 같은 3차원적인 질감을 더하여 현실감을 추가하는 과정
 - 은면 제거(Hidden Surface Removal)
 - 셰이딩(Shading), 텍스처 매핑(Texture Mapping), 그림자(Shadow), 투명도 (Transparency)...
 - 광선 추적법(Ray Tracing)



컴퓨터 그래픽스 활용

- CAD (Computer Aided Design)
 - 부품설계 및 도면작성(Drafting), 기계설계
 - VLSI 설계, 전자회로 설계
 - Communication network, Water/Electricity supply system
 - 자동차, 비행기, 선박의 설계: Wireframe model
 - 건축 설계



컴퓨터 그래픽스 활용

- 컴퓨터 애니메이션과 시뮬레이션(Simulation)
 - 프레임들의 빠른 연속적인 디스플레이
 - Education, Training(Flight simulator), Physical system 의 Behavior 연구



출처: Walt Disney pictures

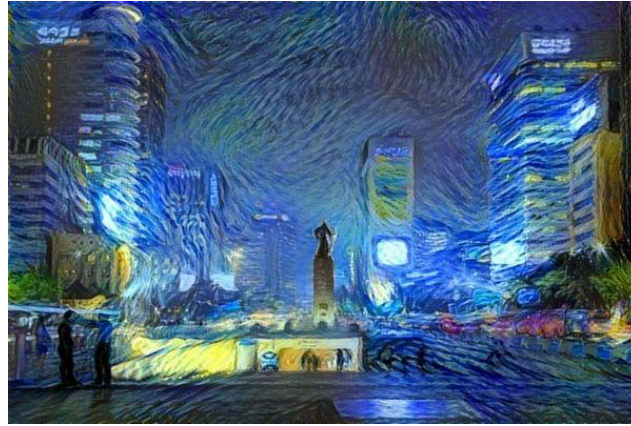


출처: Microsoft Flight Simulator

컴퓨터 그래픽스 활용

- 컴퓨터 디자인 및 아트

- 상업 디자인(Commercial art)
- 창작 미술(Creative art)



출처: 조선비즈
(구글 딥드림을 활용해 고호의 화풍으로 그린 광화문 그림)

- 게임 및 엔터테인먼트

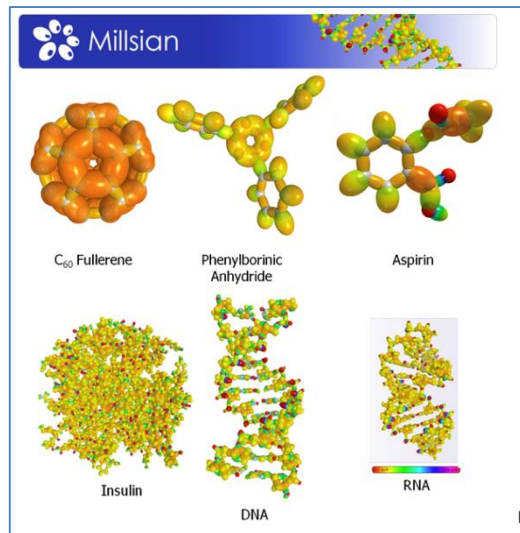
- 영화, 게임, 뮤직 비디오, TV 프로그램 등



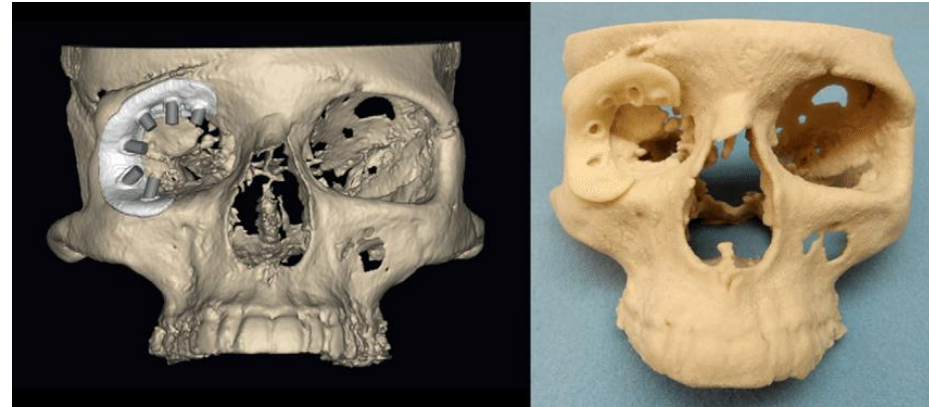
출처: 영화 "라이프 오브 파이" 소개 영상 (유튜브 도파캣)

컴퓨터 그래픽스 활용

- 프레젠테이션 및 데이터 시각화(Data Visualization)
 - 프레젠테이션 그래픽스(Presentation Graphics): Graph, Chart, Business graphics, Project management
 - Computer generated model (Visualization): Physical, Financial, Economic model



출처: brilliantlightpower.com



출처: ResearchGate (Virtual surgical planning and 3D printing in prosthetic orbital reconstruction with percutaneous implants: A technical case report)

컴퓨터 그래픽스 활용

- 가상 현실(VR), 증강 현실(AR), 혼합 현실(MR)
 - Virtual Reality: 컴퓨터 등을 사용하여 인공적인 기술로 만들어낸 실제와 유사한 환경을 만들어내는 기법
 - Augmented Reality: 가상 현실의 한 분야로 실제로 존재하는 환경에 가상의 사물이나 정보를 합성하여 실제로 존재하는 사물처럼 보이는 기법
 - [Mixed Reality](#): 실제 세계를 디지털 세계와 혼합한 결과
 - [Metaverse \(Meta + Universe\)](#): 현실과 가상이 융합된 디지털 세계



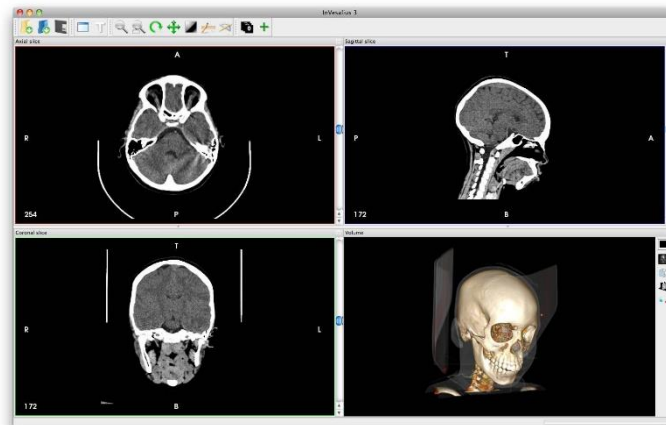
영화 아이언맨 (출처: 네이버 영화)



LG360 VR 체험 모습 (출처: LG전자 블로그)

컴퓨터 그래픽스 활용

- 전자 출판
 - Document Preparation System
- 공간 정보의 표현
 - 지리정보시스템(GIS: Geographic Information System)
 - 차량 주행안내 시스템(Car Navigation System)
- 이미지처리(Image Processing)
 - Feature Detection
 - Pattern Recognition
 - 3D Reconstruction(예: MRI, CT)



출처: <https://medevel.com/invesalius-3d-dicom/>

그래픽스 시스템

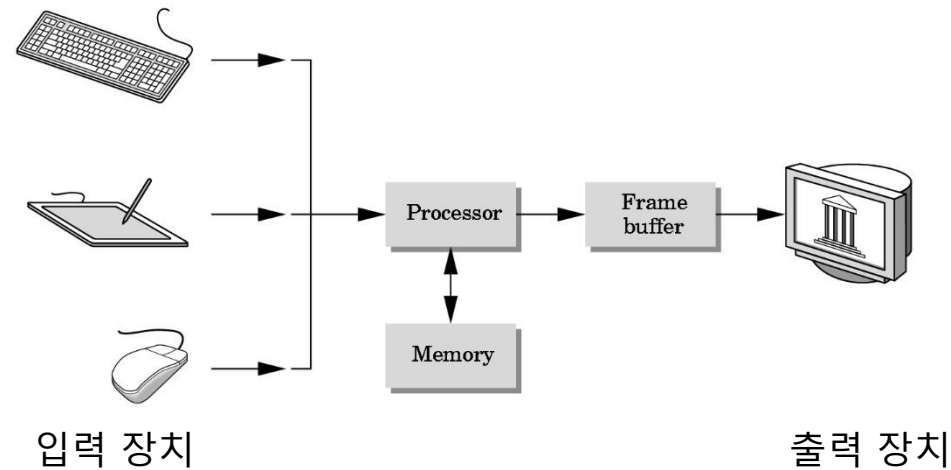
- 그래픽스 시스템 구성:

- 그래픽스 하드웨어:

- 그래픽 데이터를 입력 또는 생성하는 입력 장치
 - 결과물 출력하는 출력장치
 - 그래픽스 프로세서

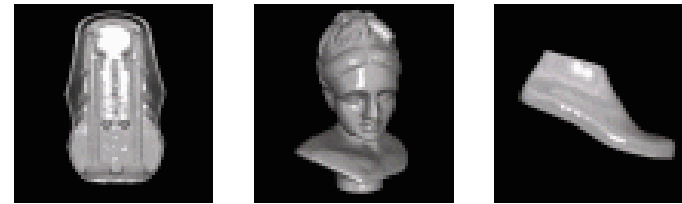
- 그래픽스 소프트웨어:

- 그래픽 데이터를 생성하고 처리하여 원하는 형태의 그래픽 결과물을 디스플레이 하기 위해서 사용되는 프로그램
 - 그래픽스 라이브러리 및 응용 프로그램



그래픽스 하드웨어: 입력 장치

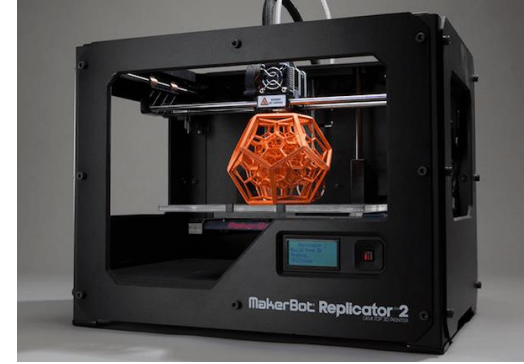
- 2차원 입력 장치
 - 마우스
 - 그래픽스 태블릿
 - 조이스틱
 - 라이트 펜
- 3차원 입력 장치
 - 3D 디지털타이저, 3D 스캐너
 - 모션 캡처 장치



그래픽스 하드웨어: 출력 장치

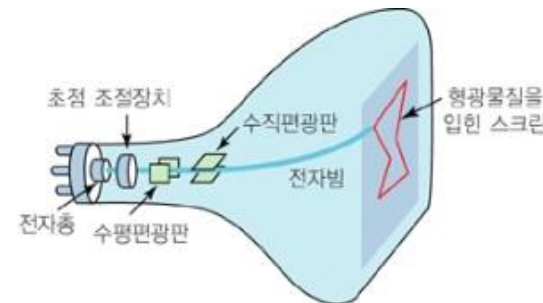
- 프린터

- 프린터
- 플로터
- 3D 프린터 (샘플)



- 모니터

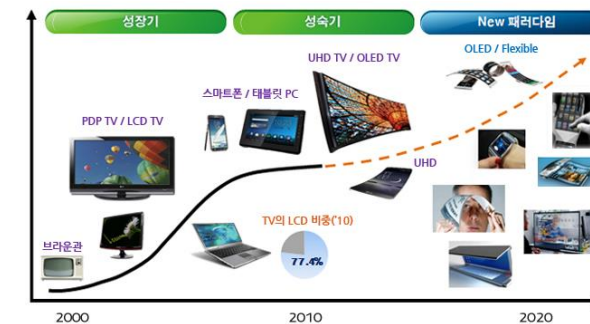
- 브라운관 모니터 (CRT, Cathode-Ray Tube): 2000년대 초반까지
 - 컴퓨터의 출력은 디지털 아날로그 변환기 (digital-to-analog converter)에 의해 수직, 수평 편광판 사이의 전압으로 변환, 충분한 양의 전자선이 형광 물질에 도달하면 CRT 표면에서 빛이 방출된다.
 - 색 재현력 우수, 응답 속도 빠름
 - 부피가 크고 무겁다. 전력 소모가 많다



그래픽스 하드웨어: 출력 장치

- 평판 디스플레이 모니터 (FPD, Flat Panel Display)

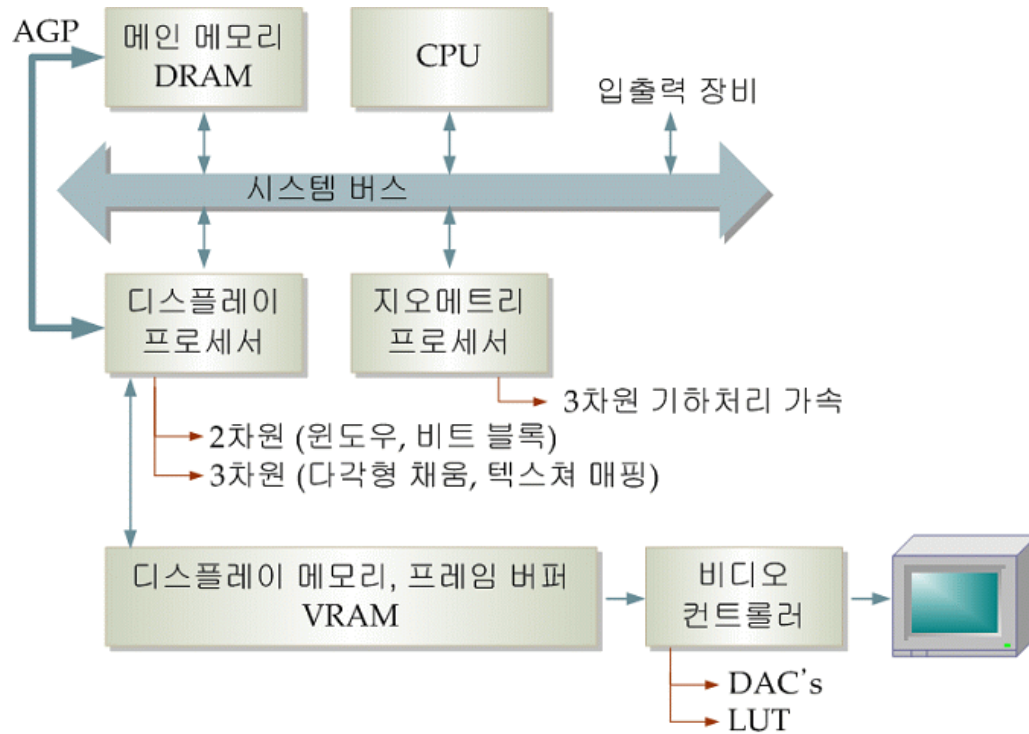
- 전면 유리에 전자를 쏘서 표시하는 방식으로 CRT의 전자총을 얇은 판으로 대체하여 얇고 가벼운 디스플레이 장치, 열이 덜 발생하고 전력 소모가 작다.
- LCD (Liquid Crystal Display): 90년대 후반부터 현재까지
 - TFT LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display)라는 두 개의 유리판 사이에 액정이 채워져 있는 디스플레이 방식
 - 시계, 컴퓨터, TV, 자동차/항공기 속도표시판 등에 폭넓게 사용
 - 소비전력이 적고 가볍고 얇아서 휴대하기 편리한 장점
 - 스스로 빛을 내지 못하고 시야각이 좁고 명암비가 낮고 응답속도가 느린 단점
- PDP (Plasma Display Panel): 2000년대 초반부터
 - 픽셀 공간 내에 채워진 가스의 방전으로부터 방출된 자외선이 RGB 형광체와 부딪쳐 가시 광선을 방출하는 원리로 화면 구현
 - 발광형으로 선명한 표시가 가능, 고전력이 필요하고 수명이 짧음: LCD와 OLED에 밀려 단종
- LED (Lighting Emitting Diode): 2010년대부터 현재까지
 - 발광 다이오드: 순방향으로 전압을 가했을 때 발광하는 반도체 소자
 - 에너지가 가해졌을 때 가시광선이나 비가시광선(적외선)을 발산하는 다이오드
 - 수명이 길고 에너지 효율이 높음
- OLED (Organic Light Emitting Diode): 2010년대부터 현재까지
 - 유기발광다이오드
 - LCD에 비해 더 높은 대비와 넓은 시야각
 - 번인 문제 (잔상효과), 제조단가가 높음



그래픽스 하드웨어: 그래픽스 프로세서

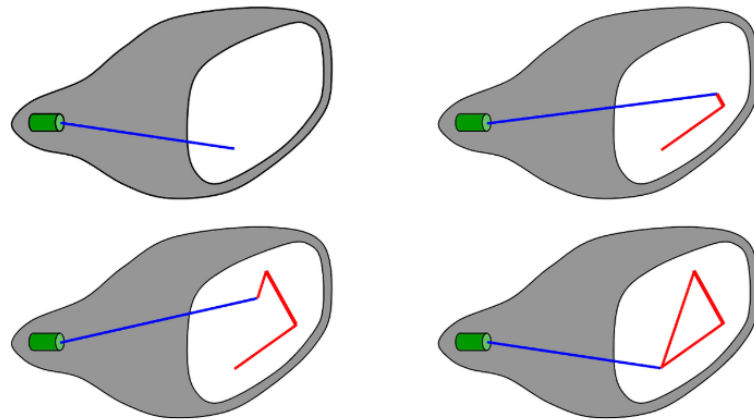
- **그래픽스 프로세서**

- 그래픽 데이터 처리: 컴퓨터에 의해 생성된 디지털 정보를 최종적으로 아날로그 신호로 변환하여 화면에 그림을 그리게 하는 역할 담당
- 그래픽 카드의 구조



그래픽스 하드웨어: 그래픽스 프로세서

- 그래픽스 프로세서에 의해 그래픽스 프로그램이 처리되는 수행 방식
 - 랜덤 스캔 방식
 - 선 단위로 그리는 방식으로 전자빔이 도형의 윤곽선을 따라 직접 그린다.
 - 그래픽 처리 과정
 - 그래픽스 응용 프로그램 실행 → 디스플레이 파일 생성되어 시스템 메모리에 저장 → 출력 프로세서에 의해 매 활성주기마다 모니터에 출력
 - CAD, 설계도명 등 선형 그래픽 표현에 적합하고 메모리 사용량이 적음
 - 복잡한 이미지나 사진 표현에는 부적합, 애니메이션이나 실사 표현에 어려움

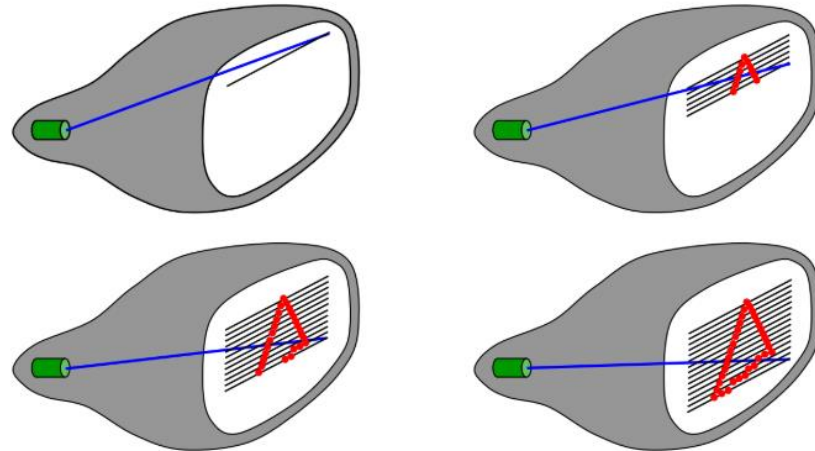


Random Scan Displays

출처: <https://jy05un.tistory.com/13>

그래픽스 하드웨어: 그래픽스 프로세서

- 그래픽스 프로세서에 의해 그래픽스 프로그램이 처리되는 수행 방식
 - 래스터 스캔 방식 (Raster Scan)
 - 픽셀 단위로 구성하고 스캔라인을 따라 한 줄씩 출력한다.
 - 그래픽 데이터 처리 과정
 - 그래픽스 응용 프로그램 실행 → 처리결과가 그래픽스 명령어 형태로 생성 → 명령어가 수행되어 픽셀 형태로 프레임 버퍼에 저장 → 주기적으로 모니터에 재생
 - 빠른 활성화를 위해 이중 프레임 버퍼를 사용
 - 래스터 모니터에 적용되는 방식으로 대부분의 그래픽스 프로세서 방식
 - 실사 이미지나 애니메이션, 게임 그래픽에 적합하고 현대 디스플레이 기술과 호환됨
 - 메모리 사용량이 많고 선 표현에 계단 효과가 나타날 수 있다.



Raster Scan Displays

출처: <https://jy05un.tistory.com/13>

그래픽스 하드웨어: 그래픽스 프로세서

- GPU (Graphics Process Unit)

- 프레임 버퍼에 그래픽 이미지를 빠르게 생성하고 처리하기 위한 프로세서
- 병렬처리 프로세서를 사용
 - 그래픽 및 이미지 처리 알고리즘이 빠르게 처리, 조작 될 수 있게 구성
 - 작고 단순한 연산 코어를 가지고 병렬 연산을 수행
 - 1999년 NVIDIA사의 GeForce256에서 처음 사용
- 셰이더 기능을 지원
 - 셰이더: 하드웨어 연산 장치로 작은 프로그래밍이 가능한 코어 프로세서
 - 셰이딩 언어를 이용하여 병렬로 화면의 폴리곤들을 처리하며 고품질의 실시간 3차원 그래픽스 처리가 가능

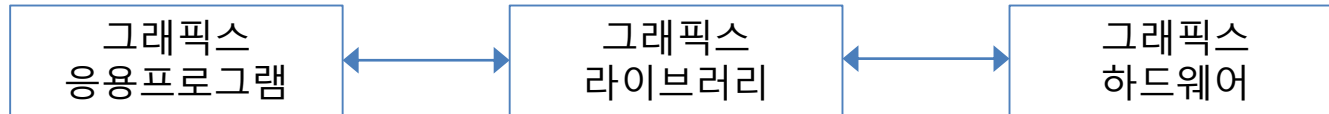


그래픽스 소프트웨어

- **그래픽스 소프트웨어**

- **그래픽스 라이브러리:**

- 그래픽스 응용 프로그램을 개발하는데 필요한 기능과 알고리즘을 제공하는 라이브러리
 - OpenGL, Direct3D 등



- **그래픽스 응용프로그램:**

- 특정한 분야의 그래픽을 제작하거나 특수한 목적으로 개발된 경우
 - CAD, 3D Max 등