

Human Computer Interaction for Game Design

470420-1
Fall 2015
11/3/2015
Kyoung Shin Park
Multimedia Engineering
Dankook University

HCI

- HCI는 Human Computer Interaction의 약자로 인간과 컴퓨터와의 상호작용을 의미함
- HCI 연구는 인간의 컴퓨터 상호작용에 관한 디자인, 평가, 도구화 원칙을 말함
 - 디자인 (Design) - 컴퓨터의 입출력에 관한 설계 내용 확립함
 - 평가 (Evaluation) - 상호작용 시 사용자의 요구사항에 부합 여부 및 가이드라인을 제시함
 - 도구화 (Implementation) - 디자인과 평가를 구체적인 컴퓨터 시스템에 적용함

2

HCI 목적

- 사용자에게 작업수행을 부담 없고 편안하게 성공적으로 수행하기 위한 구체적 수단과 기술을 제공하기 위함
- 사용편의성 (Usability)
 - 사용자에게 편리하고 쉬운 인터페이스 디자인, 수단을 제공
- 안전성 (Safety)
 - 안전한 환경 및 수단을 제공하여 사용자로 하여금 안전한 인터페이스 제공
- 효율성 (Efficiency)
 - 개인이나 조직의 생산성 증가를 제공

3

HCI 학문적 체계

- HCI는 상호작용을 향상시키기 위한 효과적인 방법을 중점적으로 연구하는 학문적 분야이며, 인간 관련 학문을 더욱 중점을 둠
- HCI는 컴퓨터 그래픽, 운영 체제, Human Factors, 인간 공학 (Ergonomics), 산업 공학 (Industrial Engineering), 인지 심리학 (Cognitive Psychology), 컴퓨터 과학, 커뮤니케이션 및 미디어학 등 여러 분야가 융합된 학문적 체계를 가지고 있음
- 컴퓨터의 다양한 응용분야에 의해 학문적 체계는 더욱더 융합형태로 발전함

4

의사소통을 위한 HCI

- 컴퓨터화면 구성과 아이콘은 컴퓨터의 언어를 인간의 언어로 표현 (출력장치)
- 키보드 및 마우스는 인간의 언어를 컴퓨터 언어로 표현 (입력장치)
- 운영체제 및 컴퓨터 환경은 컴퓨터와 인간을 연결시켜주는 채널
- 인터페이스는 컴퓨터와 인간간의 의사소통의 의미를 지님
- 효율적인 의사소통은 사용성 및 생산성을 높임
- 인간 (i.e., 컴퓨터 사용자)를 분석하여 인간과 인간이 의사 소통하듯이 자유롭고, 효율적이고, 친밀한 통신 미디어 및 디자인 기술이 필요함

5

Prior studies in human perception and performance can help guide game design.
(인간 지각과 수행결과를 다루는 HCI 연구는 게임 설계에 가이드라인을 제공하고 있다.)

인간 지각 시스템

- 인간의 감각은 시각, 청각, 촉각, 후각, 미각, 운동감각 (vision, audition, haptic/touch, olfaction, gustation, vestibular/kinesthetic senses)을 통해 정보가 입력되며 이 정보는 인간의 감각 능력에 따라 인지 여부가 결정
- 인간의 감각능력에 대한 지식은 HCI 디자인 요소의 기준을 제시

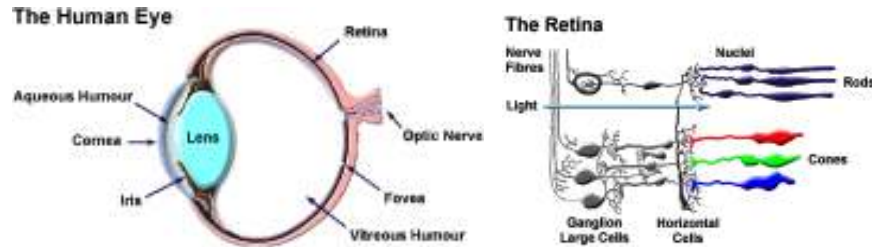
7

시각

- 시각은 다른 감각들에 앞서 가장 우선적이고 중요한 감각 – 인간은 외부상태 정보수집에 주로 시각에 의존(70% 이상)
- 인간의 눈은 탁구공만한 크기에 수천만 개의 신경이 있어서 전달되는 150만개의 메시지를 처리
- 시각은 HCI 연구에서 가장 중요한 연구 분야 중에 하나이다. 왜냐하면 설계자는 다음을 알아야 하기 때문에
 - 사용자에게 의해 무엇이 보일 수 있는지
 - 사용자가 무엇을 더 좋게 볼 수 있는지
 - 무엇이 사용자의 관심을 유도할 수 있는지
- 시각
 - 자극에 대한 물리적 리셉션
 - 자극의 처리 및 해석
 - 이 둘 간에 명확한 경계 없음

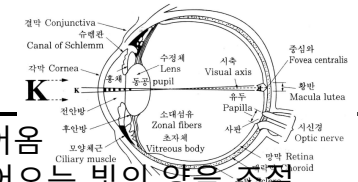
8

Human Visual System



9

시각 (Vision)



- 빛은 각막 (Cornea)을 통해 눈에 들어옴
- 홍채 (Iris)는 동공을 통해 눈으로 들어오는 빛의 양을 조절
- 동공 (Pupil)은 눈의 중앙에 검게 보이는 부분으로 열린 틈
- 동공을 통과한 빛은 수정체 (Lens)를 통과하여 눈 후면의 감광 표면인 망막 (Retina)의 중심부근, 황반 (Fovea)에 초점을 맞춤
- 사람의 수정체는 관찰자와 물체 사이의 거리에 따라 수정체에 붙어 있는 모양근이 수축하거나 이완하여 초점에 맞도록 함. 물체가 가까우면 이 근육이 수축하여 수정체가 볼록해짐. 물체가 멀면 이 근육이 이완하여 수정체가 평평해짐.
- 망막은 카메라의 필름 같은 역할
- 망막은 두 가지 광수용기 (Photoreceptor), 즉 간상체 (Rods)와 원추체 (Cones)로 되어 있음
- 망막은 빛을 신경신호로 바꿔서 뇌로 보내줌

10

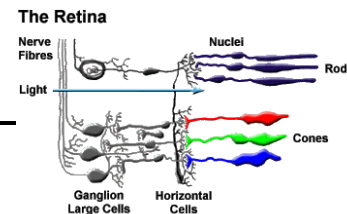
간상체와 원추체

□ 간상체 (Rods)

- 주로 어두울 때 활동
- 흑백의 음영 (Luminance) 만을 구분함
- 밝은 곳에 있다가 어두운 곳에 갑자기 들어가면 처음에는 아무것도 보이지 않다가 차차 주위가 보이기 시작 - 처음 7~8분 동안은 원추체가 작용하여 어두운 곳의 대상들을 보게 되며, 그 다음 약 40분 정도까지 간상체가 작용하여 대상들을 분명히 식별하게 됨
- 간상체는 파란색 스펙트럼에 민감함

□ 원추체 (Cones)

- 밝은 환경에서 작용
- 원추체의 밀집이 바로 시력 (Visual acuity)을 결정
- 원추체에는 세 가지가 있는데, 각각 삼원색 (Red, Green, Blue)에 대응하는 빛의 파장 범위에 대하여 민감함 [Young-Helmholtz설]
- 색깔을 보려면 원추체가 활성화되어야 하므로, 어두운 상태에서는 색각 (Color vision)이 존재하지 않게 됨



간상체와 원추체의 분포

□ 간상체와 원추체의 분포 (Rods/Cones Distribution)

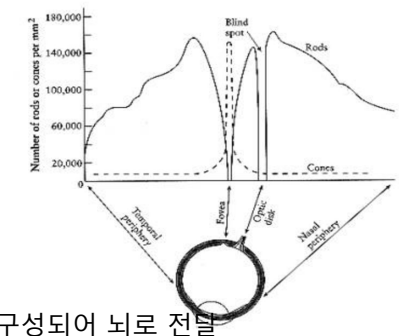
- 망막 표면에서 원추체와 간상체의 분포는 균일하지 않음 - 600만~700만 개의 원추체가 황반 (fovea)에 집중
- 간상체는 황반으로부터 약 이십도 떨어진 곳에서부터 말초에 이르기까지 밀집해 있음

□ 황반 (Fovea)

- 원추체만 다량 존재
- 간상체는 없음
- S-cones (blue 원추체)는 없음
- 시력이 가장 예민한 영역

□ 맹점 (Blind Spot)

- 간상체와 원추체 없음
- 신경절 세포 (ganglion cells)만 구성되어 뇌로 전달



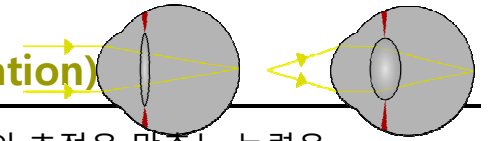
12

시각 능력

- 조절능 (Accommodation)
- 시력 (Visual acuity)
- 대비감도 (Contrast sensitivity)
- 순응 (Adaptation)
- 색깔식별 (Color vision)

13

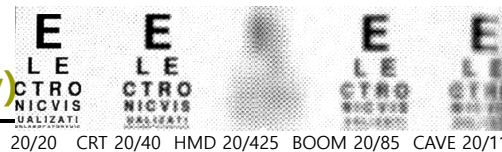
조절능 (Accommodation)



- 눈의 수정체가 망막에 빛의 초점을 맞추는 능력을 조절능이라 하며, 이 때문에 우리는 물체를 볼 수 있음
- 근점과 원점
 - 그러나 수정체가 물체를 조절 정도에는 한계가 있음
 - 눈이 초점을 맞출 수 있는 가장 가까운 거리를 근점 (Near point)이라 하며, 마찬가지로 어느 거리 이상이 되면 초점을 맞출 수 없는데 이 거리를 원점 (Far point)이라 함
- 암초점
 - 근점과 원점 이외에 암초점 (Dark focus)이 있는데, 이는 어두운 곳에서 눈이 자발적으로 움직이는 조절 상태. 일반적으로 정상 눈의 암초점은 팔 길이 정도

14

시력 (Visual Acuity)



- 최소분간시력
 - 가장 통용되는 시력 척도는 최소분간시력 (Minimum separable acuity), 눈이 검출할 수 있는 과녁의 최소 특징 또는 과녁의 부분 사이의 최소 공간을 말함
- Vernier 시력
 - Vernier 시력은 한 선과 다른 선의 측방향 변위 (Lateral displacement), 즉 미소한 치우침을 분간하는 능력임.
- 최소지각시력, 입체 시력
 - 최소지각시력 (Minimum perceptible acuity)은 배경으로부터 한 점(가령, 둥근 점)을 분간하는 능력
 - 깊이가 있는 단일 물체의 차이를 분간하는 능력을 입체시력 (Stereoscopic acuity)이라 함
- 2 feet 떨어진 곳에서 1280x1024, 17" 모니터를 보면 1 pixel 당 1.4 arc-minutes을 시력을 제공함

15

대비감도 (Contrast Sensitivity)

- 공간 주파수가 적고 대비가 아주 낮아서 균일한 회색장 격자를 가지고 실험
- 대비를 천천히 증가시켜서 막대를 겨우 볼 수 있을 때의 대비 수준을 대비문턱값 (Threshold contrast)이라고 하고 이 역수를 대비감도 (contrast sensitivity)라 함. 따라서 대비문턱값이 작을수록 대비감도는 커짐
- 공간주파수가 다른 격자를 사용하여 이러한 실험을 반복함으로써 대비문턱값을 구하여 대비감도를 계산할 수 있음
- 인간은 공간주파수가 2-4 cpd(cycle per degree)일 때 가장 민감

16

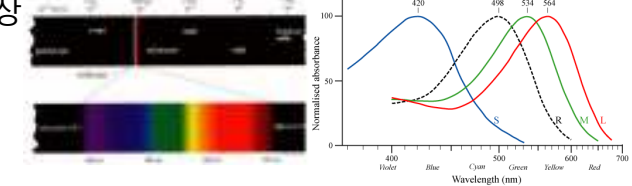
순응 (Adaptation)

- 빛에 대한 감도 변화를 순응 (Adaptation)
- 암순응 과정은 두 단계
 - 첫 단계는 약 5분 정도 걸리는 원추체의 순응 단계
 - 둘째 단계는 약 30-35분 정도 걸리는 간상체의 순응 단계
- 명순응은 암순응보다 빨리 진행되어 1분 정도에 끝남

17

색깔 식별 (Color Vision)

- 사람이 인식할 수 있는 가시분광 (Visible spectrum)은 400 nm (보라색) ~ 700 nm (빨강색) 사이임
- 세상의 물체들은 극단적인 경우를 제외하고 여러 파장들을 반사하므로 망막의 동일 지점이 이들에 의해 자극을 받음
- S, M, L 세 가지 원추체가 있는데 각각 파랑색, 초록색, 빨강색에 대응하는 빛의 파장 범위에 대하여 민감함
- 색깔의 지각은 이 세 가지 원추체의 동시작용의 결과임
- 색맹 (Color blindness)는 이 세 가지 원추체가 부족할 때 나타나는 현상



시간 해상도 (Temporal Resolution)

- 1초간 표시되는 이미지의 횟수를 말하는 것으로 Hz로 표시
- 실세계는 깜박이지 (Flicker) 않으나 모니터의 이미지는 계속해서 재생 (Refresh)되고 있기 때문에 실제로 깜박이고 있음
- 그런데, 모니터의 이미지가 빠른 속도로 재생되지 않을 때 깜박임을 인지하게 되며, 대부분의 사람들은 15Hz (어두운 이미지인 경우) 에서 50Hz (밝은 이미지인 경우) 사이의 재생률 (Refresh rate)일 때 깜박임을 인지하지 못함
- 일반적인 LCD, CRT 모니터의 경우 대부분 60Hz - 80Hz를 지원함 - 최근 고성능 모니터 중 120Hz 지원하는 것도 있음
- 그러나, 넓은 시야각 (Field of View)에 밝은 디스플레이의 경우 60Hz에서도 깜박임을 인지하는 사람도 있음
- 매우 큰 디스플레이는 85 Hz 재생률이 필요함

19

프레임 레이트 (Frame rates)

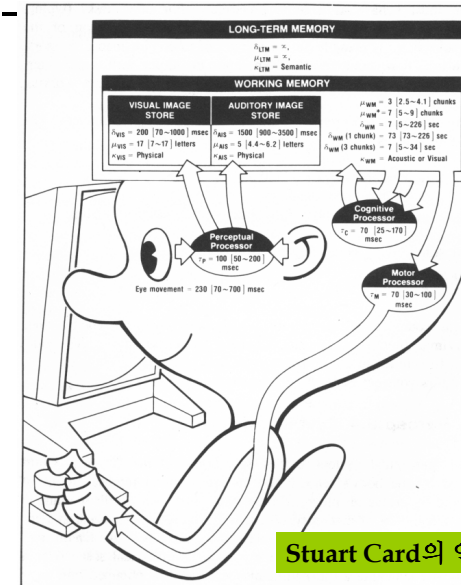
- 프레임 레이트 (Frame rate)는 단위 시간 당 전송되는 프레임의 개수로, 공간 해상도와 더불어 움직임 영상의 화질을 판단하는 기준
- 움직임이 없는 영상에서는 높은 프레임 레이트는 무의미함
- 인간의 시각 시스템은 움직임이 많은 영상에서는 공간 영역에서의 미세한 부분은 관찰할 수 없음
- 인간의 시각은 초당 16 프레임 이상의 영상을 연속적인 영상으로 느끼기 때문에, 영화는 24 frames/sec, TV는 25 frames/sec 혹은 30 frames/sec를 많이 사용

20

인간 시각 시스템의 게임 디자인에 적용

- 1인칭 슈팅 게임 주변화면에 많은 양의 정보를 담은 인터페이스는 당비임
- 드라이빙 게임에서 사용자가 경치를 감상하는 동시에 운전하는 것보다 게임 구경하는 것이 더 재미있을 때도 있음
- 비디오 게임 모니터는 깜박임(Flickering)을 인지 못하는 수준의 시각 해상도 (일반적인 모니터의 경우 60Hz)를 제공해야 함
- 그리고, 일부 게임에서 수백 프레임 레이트(frames/second)를 지원한다 하는데, 인간은 그만큼의 프레임 레이트를 인지할 수 없으므로 무의미함
- 특히, 스크린의 귀선소거시간 (Vertical blank interval)과 그라픽이 동기화되지 않았을 때, 높은 프레임 레이트에서도 이미지가 더욱 조각나 보임
- 최적화된 그래픽의 표현을 위해서는, 프레임 레이트와 재생률이 동기화되어 귀선소거시간 동안에 이미지 버퍼스와핑이 될 수 있도록 함

인간 정보처리 모델 (Human Processor Model)



Stuart Card의 인지모델 지 하는 등²²

- The Psychology of Human-Computer Interaction by Stuart Card.
- 1960년대에 사람들이 자극에 대해 얼마나 빨리 반응하는지를 살펴보는 많은 실험이 수행됨
- 예를 들어, 사용자가 스크린에 임의적으로 나타난 문자의 배열을 보면서 A라는 글씨가 나타나면 버튼을 누른다

인간 정보처리 모델

- Stuart Card의 인지 모델 (1983) - 각 과정의 특성의 표현하기 위하여 보유용량, 감퇴시간, 표상코드, 처리 주기 시간이라는 4 종류의 속성을 구별함

	시각 이미지 저장고	청각이미지 저장고	단기 기억	장기 기억
보유 용량	17(7-17) letters	5(4.4-6.2) letters	3(2.5-4.1) chunks	∞
감퇴 시간	200(70-100) msec	1500(900-3500) msec	7(5-226) sec	∞
표상 코드	물리적	물리적	음향적, 시각적	의미적
처리 주기 시간	100(50-200)msec		70(30-100)msec	

인간 정보처리 모델

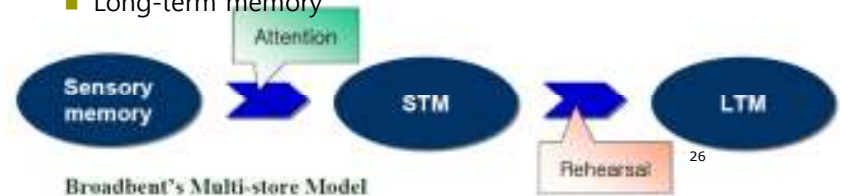
- The perceptual processor:
 - 눈과 귀의 입력정보를 시각 및 청각 이미지 저장고에 저장
 - 시각적인 이미지를 저장하는 시각 이미지 저장고의 특성을 살펴보면, 시각 이미지 저장고의 보유 정보량이 평균 17 문자임 - 즉, 흠어진 문자를 시각적인 이미지로 17문자까지 보유함
 - 시각이미지를 보유할 수 있는 시간은 200 msec - 시각이미지나 청각이미지는 물리적으로 표상되어 단기 기억에서 청각적 혹은 시각적으로 변환되어 장기 기억에 보존될 때는 의미적인 형태로 변환함
 - 컴퓨터 하드웨어 비유로써, 이 부분은 프레임버퍼와 같음
- The cognitive processor:
 - 모든 장기 기억과 단기 기억에서 정보 처리
 - 정보처리에 필요한 시간을 나타내는 것이 처리 주기 시간 - 즉, 단기 기억 단계에서의 정보처리는 평균 70 msec를 필요로 함
- The motor processor:
 - 단기 기억 (즉, 작업 메모리)에서 지침을 받아서 근육에 지시하여 실행

인간의 인지능력의 한계 이해

- 인지 과정은 지각을 통해 얻어진 정보가 무엇을 의미하는지 알아내는 과정
- 이 과정에서 사람들은 다양한 오류를 범하면서 인지 능력의 제한점을 드러냄
- 이러한 오류와 제한점은 주의나 기억, 판단, 의사결정 등 정보처리와 관련된 모든 인지 과정에서 나타남
- 선택적 주의
 - 길을 가면서 다른 생각을 한다든지, 어떤 것을 보고 있으면 친구가 정면으로 다가오더라도 순간적으로 잘 알아보지 못함. 또, 우리가 읽고 있는 글의 내용에 주의를 기울이지 않고 다른 생각을 하고 있으면 얼마 후 무엇을 읽었는지 그 내용이 잘 기억나지 않음.
 - 한편 심한 소음 속에서도 자기가 주의를 기울이는 소리는 잘 들을 수 있음. 카테일 파티에서 여러 사람들이 동시에 말하고 있을 때 어떤 한 사람이 말하고 있는 내용을 계속 파악할 수 있는데, 이는 사람이 무의식적으로 청각 정보를 분석하기 때문에 가능함.

인간 기억 (Human Memory)

- 인간 기억의 구조
 - 부호화(Encoding): 저장되는 모든 것들의 종류
 - 저장(Storage): Sensory/Short-term/Long-term memory
 - 인출(Retrieval)
 - 망각(Forgetting): 감쇠(Decay), 간섭(Interference), 인출 실패(Retrieval failure)
- 3 가지 종류의 기억
 - Sensory memory (sensory buffer)
 - Short-term memory (working memory)
 - Long-term memory



Sensory Memory

- 시각 이미지 저장소 (Visual image storage)는 눈에서 입력된 이미지 프레임
 - 물리적 이미지로 인코딩
 - 크기는 ~17 (7-17) 문자
 - 소멸은 ~200 (70-1000) msec
- 청각 이미지 저장소 (Auditory image storage) 물리적 사운드의 버퍼
 - 물리적 소리로 인코딩
 - 크기는 ~5(4.4-6.2) 문자
 - 소멸은 ~1500 (900-3500) msec
- 의도적 관심은 감각 메모리에 있는 정보를 단기 기억으로 전달함

Short-Term Memory

- 단기 기억 (Short-term memory, a.k.a. Working memory)은 정신 처리 과정에서 scratch pad같은 것
- 책을 읽을 때 의미를 이해하기 위해 서술된 단어나 문장을 기억할 때 쓰인다.
- 높은 처리 시간 (~70 ms) 및 빠른 감쇠 (~200ms)
- 작은 용량: 7 ± 2 "chunks"
- 덩어리 (Chunking)는 표현과 당신이 이미 알고 있는 것에 의해 의존적이다.
- 유지보수 연습(Maintain rehearsal)은 감쇠를 없애준다.
- 간섭(Interference)은 감쇠를 더욱 빠르게 한다.

Long-Term Memory

- 장기 기억은 정보의 장기적인 저장소
- **큰 용량 및 작은 감쇠**
 - 장기 기억은 분명히 의도적으로 삭제되지 않는다. 다만 그냥 액세스되지 않을 뿐.
- 장기 기억의 2 종류
 - 삽화적 기억(Episodic memory) – 직렬 형태의 이벤트 메모리
 - 의미론적 기억(Semantic memory) – 개념 사이의 사실 및 연관된 구조화된 기록
- 연습(Rehearsal)
 - 유지보수 리허설 (반복)은 정보를 장기 기억에 옮기는데 쓸모 없는 것 같다.
 - 대신, 공들인 연습은 **chunks를 다른 chunks과 연결하여 작업 메모리에서 장기 기억으로 옮겨준다.** 이 공들인 연습은 기억을 돕는 기술의 힘 (예를 들어, 당신이 익숙한 장소를 기억할 연관된 물건 같은)에 의존한다.

29

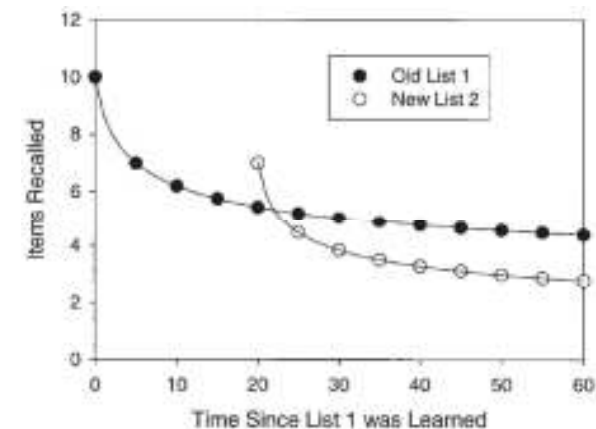
Long-Term Memory

- 장기 기억의 작동과 관련된 3가지 주요 처리과정:
 - Storage or Remembering; Forgetting; Retrieving information
- Remembering
 - Total time hypothesis (Ebbinghaus)
 - 학습의 양은 시간의 양에 비례합니다.
 - Distribution of practice effect (Baddeley)
 - 학습은 시간을 분배하여 여러 번 나누어서 할 때 더욱 효과적이다.
 - Semantic content
 - 의미있는 문장은 기억하기 쉽다 (왜냐하면 그것을 자신이 알고 있는 의미있는 지식과 연결 짓기 때문에).
 - 구체적인 단어는 기억하기 쉽다.
 - 개념을 나타내는 단어 목록은 객체를 표현한 일련의 단어보다 기억하기 어렵다.
 - Faith, Age, Cold, Tenet, Quiet, Logic, Idea, Value, Past, Large
 - Boat, Tree, Cat, Child, Rug, Plate, Church, Gun, Flame, Head

Long-Term Memory

- Forgetting
 - Memory **decays** logarithmically (Ebbinghaus)
 - 초기에는 매우 빠르게 감쇠되고 나중에는 천천히 감쇠
 - **Jost's law** – 어떤 시점에서 두 개의 동일한 강도의 메모리 흔적이 있는 경우, 오래된 것이 더 오랫동안 지속된다.
 - 간섭 이론(Theory of **interference**)
 - **한 종류의 학습이 다른 종류의 학습을 방해하거나 금지시키는 것**
 - 역행간섭(Retroactive interference):
 - 새로운 정보가 기존의 유사한 메모리 흔적을 덮어버리는 경향으로 인하여, 나중에 학습한 내용 때문에 앞서 학습한 정보의 회상을 방해하는 것
 - 순행간섭(Proactive interference):
 - 새로운 정보는 만약 오래된 유사한 종류의 메모리 흔적이 있다면 기억하기 어려운 경향으로 인하여, 앞서 학습한 내용 때문에 이후에 학습하는 내용을 기억하기 어려워지는 현상
 - 기억은 선택적(**selective**)
 - 우리는 (“오래된 좋은 일” 같이) 보다 긍정적인 정보를 기억하는 경향이 있다. 좀 더 많은 감정적 이벤트가 기억하기 쉽다.

Jost's Second Law of Forgetting



Long-Term Memory

□ Retrieval

- 회상(Recall)
 - 기억 항목 또는 마음 속에 현재 항목과 연관된 속성을 액세스
 - 정보는 기억으로부터 재현된다.
- 인식(Recognition)
 - 부분적인 단서로부터 기억 항목의 완성
 - 자극의 표현이 이전에 경험했던 인식을 끌어낸다.
- 회상(Recall)은 인식(Recognition) 보다 아마도 좀 더 복잡한 처리 과정을 거친다.
- 만약 사람이 정보를 분류(Categorization) 또는 구조화(Structure) 할 수 있다면, 이것은 검색(Retrieval)을 쉽게한다.
- 정보 감쇠 또는 정보 검색이 더 어려운지는 구별하기 어렵다.
- 시각화(Visualization)는 암기하고 검색하는데 도움을 준다.

33

기억 인출

- 기억 구조는 단기 기억(STM)과 장기 기억(LTM)으로 구분
- 단기기억은 현재 관련 있고 적절한 정보가 무엇인지 모니터링 가능케 함
 - 제한된 용량(limited capacity)과 짧은 지속시간(short duration)
- **단기 기억은 7±2 개의 작은 용량이라서 정보 처리에 있어 병목 현상이 생김 (George A. Miller, 1956)**
 - 예를 들어, 10 자리 숫자를 한번에 기억한다고 할 때, 보통 7자리 숫자 정도는 누구나 쉽게 외울 수 있지만 그 이상을 한번에 외우기는 곤란함.
 - 그러나, Chunking에 의해 극복이 가능함. 따라서, 우리는 이를 위해 의미 있는 형태로 정보를 재구성해야 함. 예를 들어, 594-9805 보다 111-2222가 외우기 쉬운 것은 관련된 ³⁴정보를 하나의 단위로 재구성함으로써 단기 기억의 병목 현상을 줄이기 때문.

기억 인출

- 단기 기억은 장기 기억으로 정보를 넘기기 위한 단순 정거장이 아니며, 장기기억과 능동적으로 상호작용하는 Working memory임
 - Phonological loop : 언어적 단기 기억 (약 2초짜리 loop); 언어 이해에 결정적 역할
 - Visuospatial sketchpad : 시각적 단기 기억; 공간과제에 중요
- 장기 기억은 정보의 최종적 종착 저장소
 - 무한한 저장 용량과 영구에 가까운 지속기간
 - Working memory에서 어떤 심리적 처리가 일어나느냐에 따라 장기 기억으로의 정보 저장 정도/상태가 상이해짐

35

이러한 결과가 게임 디자인에 의미하는 것은..

- 지각 처리 (Perceptual processor)
 - 100 [50~200] msec
 - 10 frames/sec 보다 느린 게임에서 사용자가 움직이고 있다면, 화면의 이미지를 애니메이션으로 지각하지 못함
- 인지 처리 (Cognitive processor)
 - 70 [25~170] msec
- 운동 처리 (Motor processor)
 - 70 [30 ~ 100] msec
 - 버튼 때리는 게임에서, 평범한 일반 사용자들의 경우 70 msec 보다 더 빨리 연속해서 버튼을 누르지 못함
- Total: 240 [105~470] msec
 - 격투 게임에서, 평범한 일반 사용자들의 경우 펀치를 보고 막아내는 걸 200 msec 보다 더 빨리 할 수 없음 - 만약 그래픽이 30 frames/second (i.e., 33 msec)으로 갱신하면서 6 프레임보다 작은 펀치 애니메이션이 있다면, 일반 사용자들이 펀치를 보고 막아내는 데 시간이 충분하지 않음
 - 게임 전문 플레이어도 105 msec 보다 더 빨리 반응할 수는 없음

이러한 결과가 게임 디자인에 의미하는 것은..

- 시선의 움직임 (Eye Movement)
 - 230 [70-700] msec
 - 자주 사용하거나 중요한 정보는 화면의 주변보다는 정중앙에 위치시키도록 할 것
- 인간의 단기 기억은 7 ± 2 개이며, 실제로는 평범한 일반 사용자의 경우 한번에 3-4 개의 아이템만을 기억할 수 있음
- 롤플레이нг게임을 위해서, 플레이어에게 너무 많은 퀘스트 (quest)를 부여한다면 플레이어에게 자동화된 일지(automated journal)를 제공해서 나중에 참고할 수 있도록 할 것 - 특히, 플레이어가 일주일에 한번 정도 게임을 한다면 더욱 필요함

37

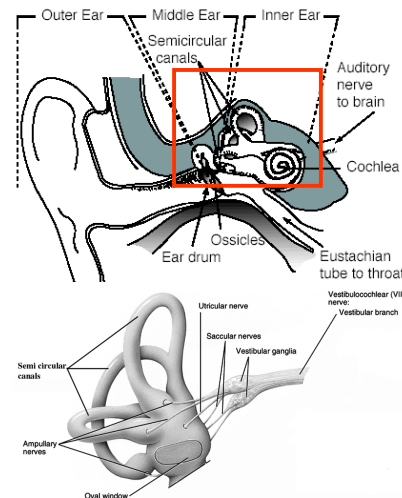
Simulator Sickness

- 증상 (Symptoms)
 - 메스꺼움 (Nausea), 희미해짐 (Blurred vision), 집중력저하 (Difficulty concentrating), 두통 (Headache), 활기없음 (Drowsiness), 불편함 (Discomfort), 어지러움 (Dizziness), 피로함 (Fatigue)
- 원인 (Causes)
 - 근본적인 원인은 아직 잘 알려지지 않았으나, 일반적으로 알려진 가설의 하나로 눈에 보이는 움직임 (Visual motion)과 평형감각 시스템 (Vestibular system)의 불균형
 - Low resolution, low frame rate, high latency도 원인임
 - 다른 가설로 화면 스크린의 경계가 없는 것과 연관 있음 - 즉, 실세계와 화면 안의 이미지를 스크린의 경계로 나뉘는데, 만약 이 경계가 없을 때 사용자는 실세계와의 연결을 잃어 버리게 되고 가상세계에서의 움직임에 뚜렷이 영향을 받게 됨

38

Simulator Sickness

- 몸의 균형을 담당하는 내이의 세반고리관 (Semicircular canals) 즉, 반원형의 고리모양 세 개가 서로 직각 방향으로 배열되어 있음
- 공간상에서 몸의 회전, 균형, 자세를 담당하고 있음 - 걷기와 그 외의 움직임을 관장하고 있음. 또한, 몸이 움직일 수록 물체를 시각의 중심에 위치시킴



39

Simulator Sickness 치료법

- 눈을 감을 것
- 넘어지지 않도록 조심하면서 조금 걷을 것
- 게임 스크린으로 사람의 시야각을 완전히 채우지 않도록 함; 그래서 움직임의 환영 (illusion of motion)을 없앨 수 있도록 - 따라서 의자에 좀 멀리 떨어져서 앉아 모니터의 테두리를 볼 수 있도록 함
- 위와 같은 이유로 어두운 곳에서 플레이 하지 않도록 함
- Z-축으로 회전 (즉, roll orientation)하는 장면을 피하도록 함
- Higher frame rates은 실제로 움직임의 느낌을 더 증가시킴
- 그러나, lower frame rates에 의한 끊김 현상은 눈의 피로를 불러 일으킴

40

간질 (Seizures)

- 일본 6:50pm Dec 16, 1997, 약 685 어린이 (310 남자, 375 여자), TV애니메이션 Pokemon을 보다가 갑작스러운 발작을 일으킴 - 그 중 150명은 병원에 치료를 받음
- 이 TV물에서 보여진 12Hz로 빨강/파랑 플래시가 발작의 원인으로 밝혀짐
- 일반적으로 알려지길:
 - 매우 빠른 light/dark 변화 또는 high-contrast patterns의 교차는 평소보다 더 빨리 뇌 신경에 전기 충격을 줌
 - 그래서 특히 감광성 간질 (photosensitive epilepsy) 환자에게는 근육경련을 일으키거나 또는 의식불명을 상태로 만들 수 있음
- Pokemon 사건은 신종 발작 원인:
 - Chromatic sensitive seizure (즉, 빨강/파랑 플래시)

41

간질 (Seizures)

- 영국 1993, 매우 빠른 컴퓨터 그래픽 광고물을 보던 사람들에게서 불평을 듣게 됨 - 그 중 3명이 발작을 일으킴
- 영국 1994, 상업 TV를 규제하는 Independent Television Commission에서 초당 플래시 개수를 3 flash per second로 제한함
- 플래시 (특히 빨강색을 가진) 이미지는 3Hz 이상 빠르게 flicker하면 안됨
- 빨강색을 가지 않은 이미지라 해도, 5Hz이상 빠르게 flicker하면 안됨
- 플래시 이미지는 2초 이하 경과시간 안에만 보여져야 함
- 스트라이프 (strips), 소용돌이 (whorls), 동심원 (concentric circles)은 화면에 큰 부분을 차지하지 않도록 함

42

그래서, 현재 모든 비디오 게임은 다음과 같은 경고문을 게재하고 있다...

- **WARNING: READ BEFORE PLAYING**
- A very small percentage of individuals may experience epileptic seizures when exposed to certain light patterns or flashing lights. Exposure to certain patterns or backgrounds on a computer screen, or while playing video games, may induce an epileptic seizure in these individuals. Certain conditions may induce previously undetected epileptic symptoms even in persons who have no history of prior seizures or epilepsy.
- If you, or anyone in your family, have an epileptic condition, consult your physician prior to playing. If you experience any of the following symptoms while playing a video or computer game -- dizziness, altered vision, eye or muscle twitches, loss of awareness, disorientation, any involuntary movement, or convulsions -- IMMEDIATELY discontinue use and consult your physician before resuming play.

43

이론이나 기존 연구에서는 특정 질문에 대한
답을 얘기하고 있을 뿐, 우리가 관심 있는
“어떻게 보다 많은 게이머들에게 내 게임을 더
재미있게 만들까?”하는 게임 설계를 위한
질문을 위해서는

FEEDBACK이 가장 중요함

Feedback위한 4가지 중요한 기준

1. Feedback은 주 대상 게이머의 의견을 정확히 반영해야 함 – 즉, 개발자들의 개인적인 또는 그룹의 의견은 부적격 함
2. Feedback은 디자이너/개발자에게 제 때에 전달되어 사용할 수 있도록 해야 함 – 만약 feedback이 완벽하다 해도 늦게 제공되면 큰 도움이 되지 못함
3. Feedback은 디자이너 /개발자에게 충분히 따로 따로 제공되어 그에 따른 액션을 취할 수 있도록 해야 함
4. Feedback은 쉽게 얻을 수 있도록 해야 함 – 얼마를 투자해서 얼마만큼의 유용한 feedback을 얻을 수 있는지 평가해 볼 것

2 Common Sources of Feedback: Professionals and Gamers

- 전문가 (Professionals):
 - 개발그룹 멤버: 기준 2,3,4를 충족함
 - 외부 고문 (게임 저널리스트, 전문 게이머): 기준 3을 충족함, 그리고 아마 기준 1과 2도
 - 그러나, 게임 개발자나 저널리스트들은 자기 영역을 너무 잘 아는 문제가 있음
- 비전문가 (Non Professionals):
 - 뉴스그룹, 팬 메일: 기준 1을 만족함. 프로토타입이 개발되어 있어야 하므로 기준 2를 만족시키기 어려움. 팬들은 언제나 얘기 좋아하기 때문에 기준 4를 만족함. 가끔 기준 3을 만족시키기는 어려움.
 - 아는 사람들 (친구나 주변 사람들에게 테스트: 기준 1, 3, 4를 만족함. 그러나 기준 2는 아님.
 - 포커스 그룹 (focus groups): 일반적으로 발행자(Publisher)에 의해 수행됨. 비용이 들고 또한 개발 단계에서 늦게 전달되기도 함.
- Challenge:
 - 어떤 feedback 시스템을 만들어서 4가지 기준에 다 맞출 수 있을 지

Microsoft Game Studios에서 하는 방법

- Usability research
 - 작은 샘플 사용자 관찰 연구
- Playtest research
 - 많고 보다 구조화된 질문 항목에 대한 사용자 연구 – 게이머들이 한 시간 동안 플레이할 때 관찰
- Reviews from user-testing specialists
 - 사용성 평가 전문가의 비평

Usability Research

- 작은 샘플 그룹 관찰 연구, 응용 심리학, HCI 연구에서 시작됨
- 목표: 개발팀이 그 동안 느끼지/알지 못했던 문제점들과, 실험참여자들의 생각과 믿음을 이해하고, 그들이 게임과 인터랙션을 하며 게임에 어떤 영향을 주는가를 찾는 것
- 2~3일 간에 걸쳐서, 6~9명의 참여자가 마이크로 소프트로 방문하여, 각각 2-시간 정도 게임 플레이를 시킴
- 특별한 과제들 (tasks)를 주기 전에, 각 참여자는 시간 제한 없이 게임을 탐색할 수 있도록 함
- 일반적인 측정방법:
 - 코멘트 (comments), 행동 (behaviors), 과제 수행시간 (task times), 에러율 (error rates)

Playtest Research

- 판단과 결정 영역에서의 심리학에서 시작됨
- 목표: 실험참여자들의 태도 (attitudes), 성향 (preferences), 난이도 (difficulty levels)과 같은 행동양식 (behaviors)을 측정함
- 신뢰도가 충분한 퍼센티지 (percentage)를 계산하기 위해 샘플 크기는 비교적 큼 (약 25-35 명 정도)
- 각 개인별로 게임을 60분 이상 플레이하도록 하고, 정교하게 구조화된 질문에 답하도록 함
- 그리하여, 참여자들이 이 게임의 질을 측정하고, 일반적 혹은 장르별 질문에 대한 자유로운 피드백 (open-ended feedback) 을 줄 수 있도록 함

49

Reviews from User-Testing Specialists

- 전문가들은 게이머들의 특성을 잘 파악하고 있고 그들의 불평 또는 찬사를 잘 알고 있음
- 그래서, 전문가들은 게임 개발자들이 흔히 저지르는 실수를 일찍 잡아줄 수 있으며 고쳐줄 수도 있음

50

Focus Groups

- 포커스 그룹을 만약 사용하고자 한다면, 생각 (ideas) 단계 에서 일찍 피드백을 받는 것이 좋음
- 포커스 그룹은 평가에는 크게 좋지 않음
- 포커스 그룹은 그룹으로 진행되는 특성 상, 게임에 대한 유용한 개인적 의견을 얻기 어려움

51

Composition of Microsoft User-Testing Group

- 15명의 전임 사용자 평가 전문가들로 구성
 - 거의 모든 사용자 평가 전문가들은 실험 심리학분야에서 적어도 2년 이상의 훈련을 받은 자이며, 혹은 응용 심리학에 그에 준하는 경험자이거나, 게이머들
- 3-5명의 계약직 전문가들
- 3명의 관리를 위한 직원들
- 2001년, 약 6500 참가자들에 의하여, 약 70 개의 다른 게임에 대해, 약 235 개의 다른 테스트를 평가해 봄
- 1997년부터 2002년까지, 이 그룹은 약 114개의 제품 (마이크로 소프트 제품 53개와 그 외 61개)에 대하여 658개의 보고서를 창출함 – 제품이 출시되기 전에 그 게임에 대한 15,000 시간 이상의 소비자들의 반응에 대한 의견을 나타냄

52

Usability Evaluation Process (사용성 평가 프로세스)

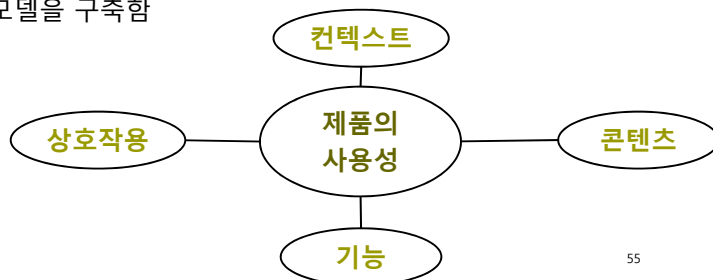
사용성 평가 프로세스

- 제품의 사용성 요소를 정의
 - 기 구축된 사용성 원칙에 의해 세부 평가 항목을 도출 할 수 있다
 - 사용성 원칙을 구축하고 세부항목을 도출할 수 있다
 - 제품별 원칙은 같아도 세부 평가 항목이 다를 수 있다
- 사용성 평가 모델을 구축
- 잠재적 사용자를 정의
- 사용성 평가를 실시
- 항목별 결과를 도출

54

사용성 평가 모델

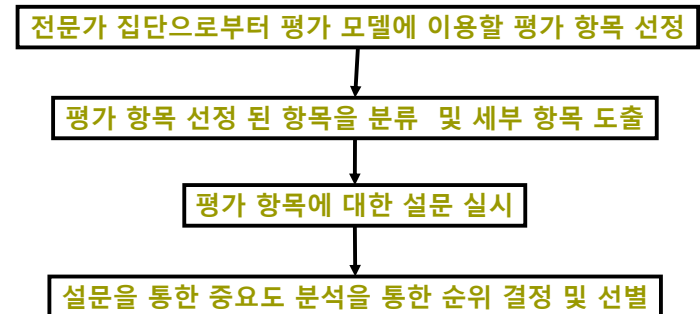
- 제품의 사용성은 제품의 컨텍스트, 기능, 콘텐츠, 상호작용 수단이 복합적으로 연관되어 있음
- 구체적 평가 항목은 전문가 그룹, 사용자 그룹, 개발자 그룹별로 도출해 통합하는 형식을 취하며, 이때 평가항목은 평가 모델에 쓰이게 될 후보 항목이며, 되도록 많은 항목을 도출해야 함
- 평가항목은 평가요소 수집, 범주화, 체계화를 거쳐서 최종 평가 모델을 구축함



55

사용성 평가 모델 구축

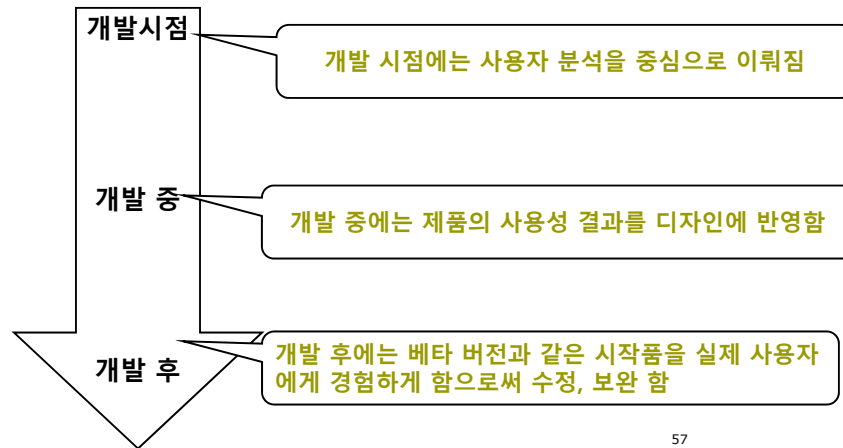
- 다음과 같은 단계로 평가모델을 만든다



56

사용성 평가 적용

- 제품의 사용성 평가는 개발 시점, 개발중, 개발 후로 나누어 시행 할 수 있음



57

평가모델 구축 예(게임평가모델)

1. 게임을 진행하는데 키보드의 버튼은 편리하게 배치되어 있는가?
2. 조정하는 캐릭터들은 어느 방향으로든지 움직임이 자유로웠습니까?
3. 메뉴 항목에 대한 구성이 좋았습니까?
4. 캐릭터를 쓰인 색의 조합은 그 특성을 파악하는데 도움이 되었습니까?
5. 캐릭터들은 원래 의미에 비해 크기가 적당하였습니까?
6. 아이템들은 처음 보았을 때 그 용도가 예상되었습니까?
7. 게임을 처음 대하였을 때 게임 내부의 도움말 기능만으로 플레이가 가능하였습니까?
8. 게임에 전체적으로 쓰여진 모양이나 색은 어느 시대를 배경으로 하는지 아는데 도움이 되었습니까?
9. 캐릭터의 능력치 표시창을 보았을 때 한눈에 알아보기가 쉬웠습니까?
10. 게임에 접속할 때 서버의 수가 충분하다고 생각되었습니까?
11. 게시판이나 메일로 문의사항을 보냈을 때 답변은 빠르게 돌아왔습니까?
12. 게임 중 플레이어가 행동하는 것에 따라 다음의 상황이 변화된다고 생각하십니까?
13. 게임 초기에 세운 목표를 달성하게 되었을 때 만족감이 느껴졌습니까?
14. 이 게임의 난이도는 적절하다고 생각하십니까?
15. 아이템을 획득하는 확률과 타격치 설정은 적절하다고 시기에 표시된다고 생각하십니까?
16. 게임을 플레이 하는데 있어서 정보가 적절한 시기에 표시된다고 생각하십니까?
17. 이 게임에서 플레이어간의 협력 시스템이나 방해 시스템에 대해서 만족하십니까?
18. 게임에 나타나는 세트들은 설정된 세계관과 어울린다고 생각하십니까?
19. 캐릭터들은 원하는 방향으로 특성치를 올려 키우는 것이 가능하였습니까?
20. 캐릭터가 처해 있는 상황을 파악하기가 쉬웠습니까?
21. 명령어들은 평소에 쓰이는 단어들로 구성되었습니까?
22. 실수로 삭제된 캐릭터에 대해서 복구된 내용은 만족스러웠습니까?
23. 다른 머그 게임과 비교해서 플레이 하는 방법이 비슷하였습니까?
24. 자주 보는 능력치를 항상 볼 수 있게 배치되었습니까?
25. 다양한 단축키 기능이 지원됩니까?
26. 주요정보는 다른 정보 보다 먼저 눈에 띄었습니까?
27. 게임 하다가 궁금한 점이 생겼을 때 도움말 창으로 해결이 가능하였습니까?

58

Result of Usability Evaluation

- 평가 모델은 제품의 취약한 부분을 평가할 수 있음

문항	제품	개인별 점수 합/ 환산 점수 합		
		A	B	C
1		27/33	30/30	29/31
2		20/40	25/35	28/32
3		20/40	24/36	28/32
26		29/31	30/30	31/29
27		26/34	29/31	26/34
합		661/959	748/872	756/864
환산평균		3.552	3.230	3.200

59

Hardware Interfaces

Joysticks

- 조이스틱은 10년 이상 가장 인기있는 게임 인터페이스로 군림해왔음
- 그러나, 조이스틱은 매우 빠른 반응을 요하는 게임에는 부적하다고 판정됨
- 그래서, 막대기가 작아져서 결과적으로 게임패드로 남게 됨
- 그러나, 조이스틱 인터페이스도 계속 진화해감
- 현재 조이스틱은 비행 시뮬레이션이나 로봇 운전 시뮬레이션 등에서 많이 사용되고 있음
- 포스 피드백 막대기는 자체적인 CPU와 쿨링 팬을 가지고 있음



Gamepads

- 다용도 기기
- 디지털과 아날로그 조이스틱
- 초기에 플랫폼 게임을 위해 제작되었음
- 작은 조이스틱은 Arm-based 비행용 조이스틱보다 빠른 움직임을 가능하게 함
- 버튼의 배치는 플레이어가 동시에 여러 개의 버튼을 사용할 수 있도록 설계함
- 최근 게임패드는 진동 (vibration)의 기능이 장착되어 나옴



62

Belkin Nostromo Speedpad N50

- FPS 게임은 게임패드로 잘 플레이 되지 않음
- 너무 많은 키와 너무 적은 정확도
- 게이머는 보통 컴퓨터 키보드와 마우스를 사용
- 스피드패드 (Speedpad)는 마우스와 함께 사용함
- 중요한 게임 키만 분리해놓아서 사용자가 스크린으로부터 눈을 떼지 않도록 편하게 함



63

Belkin Nostromo Speedpad N52

- 다음 세대 기기는 사용자의 피드백에 반응해야 함
- 동시에 3개 키를 누를 수 있음
- 보다 많은 키를 가져서 움직임 컨트롤보다는 아이템 선택에 D-Pad를 사용할 수 있음
- 대부분의 FPS 게이머는 움직임 컨트롤에는 D-Pad보다 WASD-key 매핑에 익숙함



64

Microsoft Gamevoice

- 손과 눈이 바쁜 환경에서 유용함
- 명령을 내릴 때 좋음 - e.g. 잠수함 안에 지휘관
- 인간은 잘못 말한 것에 비교적 용서를 잘함 - 또한, 인간은 말의 해석에도 보다 융통적임. 그래서, 우리는 컴퓨터 시스템이 문제가 생겼을 때 그것을 철저히 검사하는 경향이 있음
- 우리가 말할 때 인지적 작업량이 높음 - 즉, 동시에 말하면서 생각하기 어려움
- 30년 동안 음성인식을 전투기 조종석에 넣으려는 시도를 했지만 실패함



65

Speech Used for Game Play

- 음성인식시스템을 키보드의 키와 연결시킬 수 있음
- 불행히도 몇몇 게임에서만, 이런 키 바인딩을 충분히 함
- 또한, 멀티-플레이어 게임 중 인터넷 음성 채팅에도 사용됨 - 이것이 음성을 사용하는 보다 유용함
- 음성 명령은 free speaking 을 사용하거나, 우발적인 트리거를 방지하기 위해 push-to-talk를 사용함
- 시스템이 명령을 감지하고 확실히 이해하기까지 걸리는 지연시간 (delay)이 있음 - 그래서, 1인칭 슈팅게임과 같이 빠른 게임에서는 한번의 명령으로 실행되는 것은 좋지 않음
- 말로 얘기하는 것보다는 키를 누르는 것이 빠름
- 스피치는 연쇄적인 명령에 좋음
- e.g. Red Alert = 표적 경쟁상대, 전면방패 증가, 무기 충전, 충격의 반감을 위한 스피드 증가

66

Essential Reality P5 Glove

- 장갑에 적외선 방사체 (emitter)가 있음
- 카메라로 3차원 위치와 방향을 추적함
- 저항적인 밴드 센서
- 그러나, 팔의 피로 (guerilla arm) 때문에 5분 이상 사용하기 어려움
- 가상현실 연구에서 오랫동안 사용됐음
- 개인별로 calibration이 필요함



67

E-dimensional Stereoscopic Shutter Glasses

- 10년 이상 존재했던 기술임
- Field sequential stereoscopic at 60 Hz (30 Hz per eye)
- 각 렌즈를 편광시키는 것으로 눈에 빛을 통과시키지 않음
- 케이블이나 적외선 방사체와 수신기를 이용해서 동기화 함
- 쿼드 그래픽 버퍼:
 - 좌측후면, 우측후면, 좌측전면, 우측전면
 - 뒤부터 그리고 난 후 swap-buffer
- 30Hz 는 너무 느림 - flickering이 매우 현저하게 나타남
- CAVE 가상현실 시스템에서 사용하는 것은 120Hz (60Hz per eye)
- 플레이어는 몇 초 동안은 flicker에 관대할 수 있음
- 그래픽카드에서 지원하는 스테레오는 DirectX를 위해 스테레오 드라이버 향상
- CRT에서만 지원함 - LCD는 편광 스크린이므로 안됨



iPhone & iPad

- 멀티터치스크린을 이용한 터치방식의 인터랙션 제공
- 카메라에 포착된 사물이나 표식, 바코드 등을 인식해서 다양한 서비스 제공
- 중력센서 & 가속도 센서를 이용하여 화면의 기울기에 따른 인터랙션 제공
- 디지털 나침반은 방향 정보를 제공하여 GPS와 결합되어 위치기반 서비스(LBS) 구현 가능
- 그 외에 조도센서와 근접센서



69

Wii Remote

- 닌텐도 Wii 콘솔게임기의 컨트롤러로써 모션 센싱 장치
- 위 리모트 센서의 구성
 - 8개 디지털 버튼 (A, B, -, +, 홈, 1, 2, 전원)
 - 디지털 D-패드
 - 3축 ADXL330 가속도 센서
 - PixArt 광 센서
 - 콘솔의 센서바(모델번호 RVL-014)와 위모트의 IR 카메라를 이용하여 정확한 포인팅 감지
 - 기본 오디오 및 럼블 기능 제공
 - 블루투스 네트워크
- 주요 기능은 움직임 감지, 제스처 인식 및 포인팅



Microsoft Kinect

- 키넥트는 XBOX360과 Windows를 위한 모션 센싱 장치로써, 제스처와 몸의 움직임을 인터랙션으로 사용 가능
- 키넥트 센서의 구성
 - Color (RGB) camera (30fps@640x480 or 15fps@1280x1024),
 - Depth sensor (infrared projector & camera)
 - Multi-array microphone.
 - Motorized tilt sensor – play space control is done through a tilt motor



71

Criteria for a successful hardware interface

- 이 하드웨어 인터페이스를 사용해서 오랫동안 피로나 불편함없이 플레이를 할 수 있도록 해야 함
- 게이머는 컴퓨터나 게임기에서 몇시간 동안이나 플레이할 수 있음
- 현재 사용되고 있는 콘트롤 기기보다 확실히 좋은 장점이 있어야 함
- 기기의 가격이 2만-5만원 정도로 적당해야 함
- 기기는 마구잡이로 사용하는 것에도 잘 버틸 수 있는 견고한 것이야 함

72

References

- <http://www.evl.uic.edu/spiff/class/cs426/Notes/Perception.ppt>
- <http://www.bassdove.demon.co.uk/pokemon.htm>
- <http://www.microsoft.com/playtest/publications.htm>
- The Limits of Speech Recognition
www.cs.umd.edu/~ben/p63-shneidermanSept2000CACMf.pdf