

사용자 테스트로 게임 향상시키기 : “초기 단계에서 보다 개선된 데이터를 이용하라”

글 / 멜리사 패데로프(Melissa Federoff)

대부분의 게임 디자이너들은 베타버전이 나와 제품에 대한 품질 확인 문의가 생길 때까지 제품에 대한 피드백을 받지 않는다. QA 테스터는 게임 제작의 관행을 깨기 위해 노력하고 있다. 특히 QA 테스터는 버그와 밸런스 문제를 찾고 주요 게임 플레이 문제까지도 찾아낸다. 하지만 이들이 디자인 문제에 대해 피드백을 준다고 하더라도 제품은 몇 달 이내의 빠른 시간 내에 선적되어야 하기 때문에 이 문제를 모두 해결하려면 시간이 너무 늦어진다.

어떻게 하면 게임 제작팀이 디자인에 대한 피드백을 최종 형태가 확정되지 않은 단계에서 받도록 할 수 있을까? 유용성이라는 원리에서 몇 가지 방법을 찾을 수 있다. 유용성의 핵심 개념은 사용자인 타겟을 평가하는 것이다. 유용성 분야에서 개념을 가져와 이를 게임에 적용하면 디자이너는 소비자에게서 직접 게임을 향상시킬 수 있는 방법에 대한 데이터를 얻을 수 있다.

유용성이란 무엇인가?

유용성은 효율과 유효성, 개발을 통한 만족도를 위해 실제 사용자에게 제품을 테스트하는 연구 분야이다. 이 세 가지 기준은 제품의 설계 목표를 충족시킬 수 있는지를 결정하는데 도움을 준다. 생산 소프트웨어의 경우 이와 같은 세 가지 유용성 요소를 테스트하면 사용자가 제품의 목표를 충족시키고 최소의 에너지로 원하는 것을 얻으며 소프트웨어가 사용자에게 전체적으로 만족할만한 수준의 경험을 제공한다는 것을 확신할 수 있다. 생산 소프트웨어에서는 종종 효율성과 유효성이 제품의 주요 바이어와의 사업에서 핵심 판매 요소이기 때문에 테스트에서 중점을 두는 부분이다.

게임에 유용성을 적용하는 방법

게임의 경우는 생산 소프트웨어의 경우와는 전적으로 다르다. 사업가가 아니라 일반 개인에게 직접 판매하기 때문에 시장에서 게임의 양과 다른 종류의 엔터테인먼트 소비자가 주어진 시간에 구매하고 이용한다는 측면에서 경쟁이 엄청나다. 또

한 이들은 틀이 아닌 경험을 판매한다. 플레이어는 게임의 인터페이스와 효율적이고 유효하게 상호 작용하기를 원하며, 가능한 한 우리가 생각하는 이상적인 패스와 가까운 수준으로 게임을 즐기기를 바란다. 이 외에도 사용자가 게임을 재미있게 즐기기를 바란다.

유용성 개념을 사용하면 효율성과 유효성을 테스트 할 수 있고 테스트해야 하지만 게임의 경우에는 만족도 측정에 중점을 두어야 한다. 이와 같은 유용성 측정에서는 사용자가 컨트롤러를 제대로 사용하고 게임에서 자신의 상태를 제대로 확인하며 무리 없이 메뉴를 사용하고 레벨을 통해 성공적으로 게임을 하는지 게임 레벨이 높아지면서 필요한 기술을 습득하는지, 적절히 도전을 받는지, 사용자가 기대한 엔터테인먼트를 경험하고 기대한 수준의 재미를 얻어 게임을 계속하고 싶은지를 확인할 수 있다.

“초기부터 테스트를 자주 수행하라”

게임 디자이너는 다른 디자이너들과 크게 다르지 않다. 이들은 일반적으로 자신의 프로젝트의 품질을 평가해 사용자가 이를 어떻게 받아들일지 예상할 수 있다고 생각한다. 물론 가끔은 다른 사람이 제품에 어떻게 반응할 것인지 짐작할 수 있지만 제품은 테스트를 통해서만 검증될 수 있다.

양산은 투자량이 너무 커서 직감을 이용하거나 예술적 가치를 추구할 수는 없다. 상업용 게임 개발은 예술적 목적의 제품을 만들 수 없다. 상업용 게임은 소비자에게 판매할 제품을 제작하는 것이다. 따라서 개발자들은 제품이 목표에 도달했는지에 따라 개발의 모든 단계에서 테스트해야 한다.



그림 1. 릴리는 집에서 아이들과 RTX RED ROCK 게임을 하기 위해 투카스 아트 테스트에 지원자로 참가했다.

유용성 vs. 품질 혁신

제품이 원하는 대로 동작하는지 확인하기 위해서는 출시된 이후 제품을 구매하고 사용하는 타깃을 대상으로 테스트해야 한다. QA 테스터는 전문 게임 플레이어이기 때문에 게임의 타깃을 대표하지는 못한다. 게임 소비자 대부분은 QA 테스터가 보유한 대상에 포함돼 있지 않다. 따라서 테스터는 비전문 플레이어와 같은 방식으로 게임하지 않으며 QA 테스터는 실제 게임 팀의 일부가 참여하기 때문에 디자이너와 마찬가지로 게임과 어느 정도 관련이 있어 객관적인 방법으로 게임을 판단할 수 없다.

제품이 정확하다는 인상을 주는 것은 매우 중요하며 적절한 시간에 피드백을 받는 것도 매우 중요하다. 개발단의 후반기에 제품에 대한 정보를 얻게 되면 필요한 것을 변경하지 못해 제품이 향상되지 못하거나 변경하게 되면 생산 사이클이 지연되든지 둘 중에 하나가 된다. 많은 시간이 투자되기 전인 설계를 결정할 때 이에 대해 피드백을 받으면 제품을 보다 간단히 향상시킬 수 있다.

유용성 기술의 구현

유용성은 게임 개발 업계에 게임을 평가할 수 있도록 선택할 수 있는 다른 방법을 제공한다. 방법은 유형과 이를 구현할 수 있도록 할당된 자원을 이용해 생산한 데이터의 품질에 따라 달라진다.

전문가 평가같은 몇 가지 방법에는 실험실과 참가자에 대한 보상비용이 필요하지 않지만 유용성 전문 테스트는 수행 비용이 필요하다. 게임 플레이 테스트 같은 다른 방법은 참가자 보상과 조정 비용을 없애기 위해 회사 내부에서 수행하지만 여전히 회사 사원들의 시간을 뺏게 된다. 어떤 방법을 선택하든 유용성 테스트에는 비용이 필요하지만 비용을 투자하면 비용 측

면의 실수를 없애 시간을 줄이고 제대로 수행하면 전체 제품의 품질을 향상시킬 수 있다.

시작 단계

유용성 테스트에 참여하기 전에는 테스트를 위해 생산 사이클에 별도의 시간을 할당해 문제를 발견했을 때 변경할 수 있도록 수정하는 것이 가장 좋은 방법이다. 문제가 생겼을 때 발생된 변화를 검증할 뿐만 아니라 새로운 문제를 찾기 위해서는 테스트를 여러 번 수행하는 것이 중요하다.

컨셉 테스트. 아이디어는 디지털화 되기 전에도 테스트 할 수 있다. 스토리 스크립트를 읽거나 확인된 타깃 멤버에게 컨셉 아트를 보여주면 원하는 대로 구현될 수 있는 아이디어와 그렇지 않은 아이디어를 확인 할 수 있다.

프로토타입. 아이디어의 개념 테스트를 완료한 후에는 프로토타입을 제작한다. 프로토타입은 스토리 플로우차트나 인터페이스 모형 제작과 같이 종이에 구현하거나 실제로 플레이 할 수 있는 미니 게임 버전으로 구현할 수 있다. 플레이할 수 있는 버전에는 게임에서 중요한 모든 요소를 포함한 수준으로 설계 할 수 있다. 플레이할 수 있는 프로토타입을 개발하면 모든 기술이나 전략적 개념을 실제로 구현할 수 있는지 테스트 할 수 있다. 하지만 실제 장점은 이보다 훨씬 많다.

프로토타입을 이용해 비용이 많이 투자되기 이전에 핵심적인 모든 요소를 분석할 수 있다. 이런 요소는 모두 작은 규모의 팀의 선 생산 과정에서 구현돼 개발비용을 절약한다. 주요 장애물은 완전한 생산에 들어가기 전에 찾아 수정하거나 다른 방법을 선택할 수 있도록 미리 발견된다. 선 생산 팀은 규모가 작기 때문에 팀을 구성하는 데 필요한 시간도 줄일 수 있으며 팀 관리에 필요한 예산도 줄일 수 있다.

플레이 테스트. 게임을 플레이 할 수 있는 버전이 제작되면 플레이 테스트가 시작된다. 플레이 테스트에서는 누군가가 게임을 플레이하여 이에 대한 경험에 따라 피드백을 제공한다. 이 작업은 회사 내부의 참가자나 외부의 참가자가 수행할 수 있으며 공식적인 것에서 비공식적인 것까지 다양하다.

예를 들어, 루카스아트(Lucas Arts)에는 내부에 비공식 플레이 테스트 그룹이 있다. 제품에 대한 피드백이 필요하면 이 팀은 언제나 게임



▲ 그림 2. 마이크로소프트 게임 스튜디오 사용자 테스트 그룹 유용성 랩 : 관찰자 측면



▲ 그림 3. 마이크로소프트 게임 스튜디오 사용자 테스트 그룹 유용성 랩 : 참가자 측면

을 플레이 해 볼 지원자 그룹을 모집한다. 최근에 플레이 테스터는 예전의 액션 어드벤처 타이틀인 RTX Red Rock 을 플레이 해 보았다. 지원자들은 설계자의 책상에서 게임 팀 멤버들이 지켜보며 과정을 기록하는 두 시간 동안 특정한 수준의 게임을 플레이했다. 참가자들은 팀이 할당된 수준에서 발전하면서 이들의 선택을 확인할 수 있도록 플레이하는 동안 생각하고 있는 것을 말하도록 했다. 게임 팀은 피드백이 레벨을 대폭 향상시켰으며 앞으로도 다른 테스트를 계획하고 있다고 한다.

전체적으로 이것에 필요한 비용과 시간은 그리 많지 않았으나 게임에 대한 영향은 컸다. 주로 팀은 이 테스트를 보다 일찍 수행하지 못했고 모든 문제를 해결할 수 있는 충분한 시간이 없음을 애통해 했지만 테스트는 성공적이었다.

플레이 테스트는 실제 플레이어가 제품과 상호 작용하는 방법을 보여준다. 이 팀은 제품과 어느 정도 관련돼 있기 때문에 객관적으로 보기가 어렵지만 이들의 경험에서 수집한 데이터는 매우 큰 도움이 된다.

플레이 테스트의 마지막 단계에서 개방된 피드백을 받을 수



그림 4. 릴리의 아이들은 루카사이트의 RTX RED ROCK 플레이테스트를 즐기는 동안 큰소리를 쳤다. 테스트 관찰자인 팀 멤버 헐리 블레드윈(Harley Baldwin), 팀 밀러(Tim Miller), 쉐라 밀러(Shara Miller) 등은 플레이 테스트 기록을 위해 노트를 잡았다.

있는 기회를 제공하면 제품을 이용했을 때의 경험에서 보다 많은 것을 이끌어 낼 수 있다. “게임에서 어떤 점이 가장 좋았는가? (혹은 가장 좋지 않았는가?)” 같은 질문을 하면 팀이 게임 플레이를 조정하고 있는 단계에서도 게임에 대해 어떤 부분이 재미있고 어떤 부분이 그렇지 않은지 예상할 수 있다.

참 고 사 항

게임 전용 유용성 테스트 관련 자료

마이크로소프트 게임 스튜디오 사용자 테스트 그룹:

www.microsoft.com/play-test/publication

Federoff, Melissa. "Heuristics and Usability Guidelines for the Creation and Evaluation of Fun in Video Games." 인디애나 대학 석사학위 논문 2002년.

www.melissafederoff.com/thesis.html

일반적인 유용성 테스트 관련 자료

Dumas, J., J. C. Redish. A Practical Guide to Usability Testing. Norwood, N.J.: Ablex, 1993년.

Nielsen, J., R. Mack. Usability Inspection Methods. 뉴욕: John Wiley과 Sons, 1994년.

Norman, Donald. The Design of Everyday Things. 뉴욕: Doubleday, 1990년.

Jakob Nielsen의 웹 사이트 <http://useit.com>

유용성 테스트 자료의 온라인 가이드

www.usabilityfirst.com

발전된 측정법

내부 플레이 테스트는 귀중한 피드백을 주지만 수집된 정보는 보다 많은 자원을 이용한 경우에 비해 정확하거나 도움이 되지 못한다. 이런 테스트는 여러 가지 측면에서(게임 장르, 나이, 성별 등) 참가자를 골고루 모았다고 하더라도 보통 소비자보다 게임에 대해 많은 것을 알고 있는 사람들이 테스트를 수행한 것이기 때문에 타깃을 정확히 반영하지는 못한다. 이들은 일반적으로 게임과 게임 개발에 대해 보다 많은 것을 알고 있으며, 회사 내에 있어 플레이 테스트 부분의 생산에 대해 어느 정도 지식을 불가피하게 가지고 있다.

외부 사용자에게 의한 플레이 테스트. 내부인 대신 외부의 참가자를 구하려면 보다 많은 자원이 필요하다. 먼저 사람들이 참가하도록 하려면 보상이 필요하다. 돈과 게임 CD, 회사 기념품 등이 이런 목적으로 이용된다. 두 번째는 참가자들을 적절한 시간에 모으기 위해 필요한 노력이다.

테스트가 시작되기 전에 참가자가 테스트 할 설비가 결정되어야 한다. 이들은 이런 셋 업이 데이터를 왜곡할 수 있긴 하지만 설계자의 책상에서 게임을 플레이한다. 참가자는 게임 디자이너가 옆에 있기 때문에 디자이너를 기쁘게 하도록 강요된 느낌을 받아 제품에 대한 평가 내용을 바꾸고 자신의 생각을 말

하면서 선택한 것을 표현하는데 영향을 받을 수 있다. 디자이너도 테스트에 어떤 방법으로든 개입하지 않는 것이 매우 어렵다고 생각할 수 있다. 디자이너가 테스트 과정과 결과에 영향을 미치지 못하도록 하기 위해 이들은 한쪽에서만 볼 수 있는 유리로 분리된 방에서 테스트를 보거나 비디오로 녹화한 것을 보아야 한다.

플레이 테스트는 디자이너와 일대일의 경험이어야 할 필요는 없다. 참가자는 주어진 시간에 게임의 일부만 플레이하고 다음에 질문서에 대답하는 형식으로 피드백 할 수 있다. 참가자가 게임을 일단 해보면 제품의 전체적인 재미에 대해 객관적인 경험을 제공할 수 있다.

질문서. 과학적으로 객관적인 질문서를 만드는 것은 매우 어려운 일이며 심리학적 전문 지식이 필요하다. 질문 내용을 어떻게 쓰는가에 따라 다른 답을 유도할 수 있다. 가능한 한 가장 정확한 데이터를 얻기 위해서 질문은 예상이 가능한 방법으로 대답하도록 이끌지 않게 개발해야 한다. 전문가가 질문서를 제작해 데이터를 분석하도록 하는 데는 많은 비용이 든다. 하지만 이런 테스트에서 얻은 데이터는 정량적이며 디자이너가 설계를 변경하는 데 좋은 가이드가 된다. 게임의 특정한 측면에 대해 긍정적 혹은 부정적인 견해를 보인 사람들의 백분율을 보면 필요한 시간과 비교해 어떤 것에 우선순위를 두고 변경해야 하는지를 결정하는 데 도움이 된다.

구조적 유용성 확인. 플레이 테스트는 큰 실험실에서 한꺼번에 수행되는 반면 구조적 유용성 테스트는 개별적으로 수행된다. 구조적 유용성 테스트에서는 플레이 테스트에서와 같은 만족도 보다는 효율성과 유효성에 대한 정보가 제공된다. 플레이

할 때 디자이너가 어떤 사용자가 필요한 작업을 하고 있고 혼동하지 않고 어떤 작업이나 수준을 완료할 수 있는지, 어떤 컨트롤 방식을 직관적으로 알 수 있는지 알고자 할 때 구조적 유용성 테스트가 필요하다.

이 방법을 사용하기 위해서는 실행해야 할 테스트를 미리 생각해야 한다. 게임에 익숙한 사람이 작업을 수행해 각각의 참여자에게 이상적인 시간을 할당한다.

그 다음, 사용자는 자신이 생각한 것을 말하면서 작업을 수행한다. 참가자가 작업을 진행하면 이들이 성공적으로 각 작업을 수행하는지, 이를 완료하는 데 얼마만큼의 시간이 필요한지, 이들이 말한 것과 각각의 목표를 이루기 위해 취한 행동 등을 기록한다. 유용성 측면에서 여섯 명에서 여덟 명의 사용자가 각각의 작업에서 대부분의 유용성 문제를 해결할 수 있다. 대부분의 설계 문제를 찾는데 필요한 사용자의 수가 적다는 것은 매우 큰 장점이지만 해결 방법도 테스트하지 않는 한은 문제 해결을 위해 사용된 방법이 성공적인지를 보증할 수 있는 방법은 없다.

게임 개발에서 RITE(Rapid Iterative Testing and Evaluation)이라는 방법으로 표준적인 방법을 사용해 유용성 관련 문제를 찾아 해결하는 데 필요한 시간 문제를 어느 정도 해결할 수 있다. 마이크로소프트 게임 스튜디오 사용자 테스트 그룹에서 개발한 이 기술에서(세부 정보 참조) 참가자는 특정 작업에 할당돼 다른 사용자가 이 작업을 실행하기 전에 결과에 따라 즉시 설계를 변경한다. 이 방법에서는 많은 사용자가 같은 문제를 계속해서 경험하지 않고 과거의 문제가 해결되었는지를 검증한다. 이 방법은 결과를 빨리 얻을 수 있으며 각 참가자의 참여를 최대한 유도할 수 있지만 테스트를 수행하면서 개발 팀이 계속 설계를 변경해야 한다.

전문가 평가. 사용자 테스트 방법 외에 유용성 전문가가 실시하는 전문가 평가 방법이 있다. 이 테스트에는 사용자가 필요하지 않고 사용자의 행동 양상을 예측할 수 있는 사람이 필요하다. 이 방법에서는 사용자 테스트와 같은 양의 유용성을 갖는 데이터를 내지는 않지만 필요할 때 보다 빠르고 저렴하게 유용성 문제를 해결할 수 있다.

유용성 전문 테스트에서 사용되는 가장 일반적인 전문가 평가 방법 중 하나는 발견적 평가법이다. 발견적 평가는 디자인을 평가하기 위해 사용되는 협정 기반 표준이다. 발견적 평가를 위해서는 유용성 전문가가 처음에는 제품에 익숙해질 수 있도록 제품을 이용하고, 두 번째는 원하는 기능을 수행하는지 혹은 그렇지 않은지를 결정한다. 자콥 벨슨



그림 5. 마이크로소프트 게임 스튜디오 사용자 테스트 그룹 플레이 테스트 랩 내 열람석

(Jakob Nielsen)은 소프트웨어 인터페이스를 위한 발견적 방법을 만들었지만 발견적 방법의 협의 목록에 아직 게임은 포함돼 있지 않다. <표 1>은 게임을 위해 필요한 발견적 방법의 목록을 나타낸 것이다.

게임에 적용할 수 있는 또 다른 전문가 유용성 평가 방법은 인식 검토회이다. 이 기술을 사용하면 유용성 전문가는 시나리오를 검토해 플레이어를 위해 할당된 패스가 실제로 원하는 것인지에 대해 확인한다. 이것은 특히 플레이어에 할당된 패스가 이들이 원하는 것임을 확인하기 위해 선형 구조를 가지는 게임을 사용할 때 더욱 강력한 방법이다.

순위 올리기

유용성 분야는 개발자가 개발을 통해 설계된 제품의 효율성과 유효성 만족을 결정할 수 있는 많은 방법을 제공한다. 사용자의 경험 테스트에서 얻을 수 있는 데이터는 설계자가 제품에 대한 필요한 사항을 결정하는 데 필요한 정보를 얻고 게임의 전체 질을 향상시킬 수 있다. 많은 게임들은 이미 플레이어의 경험과 만족도를 높여 궁극적으로 사용자의 기대치 측면에서 모든 게임의 순위를 높이기 위해 유용성 테스트를 이용하고 있다.

<Copyright CMP Media LLC>

게임 발견학

1. 게임 인터페이스	컨트롤은 각각의 게임에 대해 전용이고 업계 표준 세팅을 기본값으로 해야 한다.
2. 게임 인터페이스	컨트롤은 직관적이고 자연스런 방법으로 맵핑해야 한다.
3. 게임 인터페이스	컨트롤 옵션을 최소화한다.
4. 게임 인터페이스	인터페이스는 가능한 한 다른 것에 영향을 주어서는 안 된다.
5. 게임 인터페이스	PC 게임에서는 게임을 하는 동안 주 컴퓨터 인터페이스를 숨겨야 한다.
6. 게임 인터페이스	플레이어는 항상 게임의 스코어와 상태를 확인할 수 있어야 한다.
7. 게임 인터페이스	배우는 시간을 줄이기 위해 게임 협회에서 규정한 규칙을 따른다.
8. 게임 인터페이스	인터페이스는 컨트롤과 색상, 인쇄법, 대화상자 설계가 연관되어야 한다.
9. 게임 인터페이스	인터페이스의 메뉴 계층을 최소화한다.
10. 게임 인터페이스	의미 있는 피드백을 제공하기 위해 사운드를 사용한다.
11. 게임 인터페이스	사용자가 매뉴얼을 읽을 것이라고 기대하지 않는다.
12. 게임 인터페이스	에러 발생을 막고 경고 메시지를 통해 복구할 수 있는 방법을 제공한다.
13. 게임 인터페이스	플레이어는 여러 다른 게임 상태를 저장할 수 있어야 한다.
14. 게임 인터페이스	디자인으로 그 기능을 알 수 있어야 한다.
15. 게임 기계 장치	기계 장치는 자연스럽게 적절한 무게와 힘을 가져야 한다.
16. 게임 기계 장치	사용자 컨트롤을 즉시 보여줄 수 있도록 피드백을 구성한다.
17. 게임 기계 장치	플레이어가 빠르고 쉽게 친숙해질 수 있도록 한다.
18. 게임 플레이	게임의 분명하고 가장 중요한 목적이 먼저 제시되어야 한다.
19. 게임 플레이	각각의 레벨에는 다양한 장애물과 목표가 있어야 한다.
20. 게임 플레이	"좋은 게임은 배우기는 쉽고 깨기는 어렵다." (Nolan Bushnell)
21. 게임 플레이	게임은 예상치 못한 결과를 내야 한다.
22. 게임 플레이	인공 지능은 합리적이면서 예측할 수 없어야 한다.
23. 게임 플레이	게임 플레이는 이길 수 있는 방법이 한 가지로 정해지지 않도록 균형을 이루어야 한다.
24. 게임 플레이	플레이어는 공정해야 한다.
25. 게임 플레이	게임에는 힌트를 주어야 하지만 너무 많으면 안된다.
26. 게임 플레이	게임에는 보상이 있어야 한다.
27. 게임 플레이	게임에는 어느 정도 어려움이 있어야 하지만, 플레이어가 의욕을 잃을 정도여서는 안 된다.
28. 게임 플레이	재미있고 사용자를 열중케 하는 가이드를 제공한다.
29. 게임 플레이	플레이어가 콘텐츠를 만들 수 있도록 한다.
30. 게임 플레이	게임을 다시 플레이 할 수 있도록 한다.
31. 게임 플레이	스토리를 탄탄하게 한다.
32. 게임 플레이	하나의 최적화된 승리 전략이 있어서는 안 된다.
33. 게임 플레이	흥미를 유발할 수 있는 비디오와 오디오 효과를 사용한다.
34. 게임 플레이	플레이어가 이용할 수 있는 많은 지지물을 포함시킨다.
35. 게임 플레이	플레이어가 나중에 사용할 기술을 미리 가르친다.
36. 게임 플레이	게임에 여러 가지 패스를 만든다.
37. 게임 플레이	플레이어는 기술 습득으로 보상받아야 한다.
38. 게임 플레이	플레이어의 캐릭터가 있느냐 없느냐에 따라 세상이 지속되는 것처럼 제작한다.
39. 게임 플레이	게임에 모드가 없는 것처럼 보일 수 없다면 플레이어가 모드가 없는 것처럼 느끼게 한다.

표 1. 저자가 수행한 사례 연구 논문에서 개발된 게임의 발견적 방법. 이것은 관련된 문헌을 확인하고 개발팀을 관찰해 인터뷰한 후 컴파일 된다. 이것은 논문의 시작이며 검증 을 위해서는 심층적인 연구가 필요하다. 프로젝트 관련 내용은 www.melissafederoff.com/thesis.html에서 다운로드 받을 수 있다.