

데스크탑에 기반을 둔 간단한 게임에서 작업 성능에 대한 양손 마우스 상호작용의 효과들

양주동¹, 이상윤², 김정현³
포항공대 산업경영공학과¹, 컴퓨터공학과^{2,3}
Jdyang82@gmail.com¹, {sylee², gkim³}@postech.ac.kr

Effects of Two-handed Mice Interaction on Task Performance in Desktop-based Simple Games

Joo Dong Yang¹, Sangyoon Lee², Gerard Jounghyun Kim³
Dept. of IME¹, Dept. of CSE^{2,3}, POSTECH

요약

현재 대부분의 데스크탑 시스템에서 사용자는 단지 하나의 마우스를 사용하여 컴퓨터와 상호작용을 하고 있다. 본 논문에서는 각각의 손으로 동시에 두 개의 마우스들을 사용할 때, 작업 성능에 대한 효과를 살펴보고자 한다.

본 논문에서의 실험에서는 데스크탑 환경에 기반한 간단한 게임 (날아오는 총알 피하기와 잡기)에서 세 개의 독립 변수들로 한 손 또는 양 손 사용 여부, 주위 상황(총알)의 변화 속도, 그리고 두 커서(캐릭터)들간의 거리 차이를 사용하고, 종속 변수로 사용자의 작업 성능(부딪친 총알 개수)을 측정하였다.

실험 결과에 의하면, 두 커서 (또는 두 캐릭터)와의 동시 상호작용이 필요할 때 한 손보다는 양 손을 사용할 때의 작업 성능이 통계적으로 유의하게 좋았고, 두 커서 사이에 거리가 멀수록, 그리고 총알의 속도가 느릴수록 작업 성능은 유의하게 좋았다. 독립 변수들 사이에는 서로 유의한 교호작용이 나타나지 않았는데, 이것은 작업 성능에 대한 양손의 효과가 다른 독립 변수들의 각 레벨과는 상관이 없었다는 것을 의미한다.

Keyword : Two-handed interaction, Game interaction, UI, HCI

1. 서론

데스크탑기반의 게임시장은 해가 갈수록 날이 커지고 있다. 이제까지 기존의 게임들은 한 유저가 단지 하나의 캐릭터를 조정하는 게임들이었다. 만약 축구 게임, 배구게임과 같은 스포츠게임류에서 한 유저가 두 캐릭터와 동시에 상호작용을 할 수 있다면 게임의 자유도가 훨씬 높아질 것이다. 예를 들어 축구 게임에서는 한 플레이어가 드리블을 하고 있을 때, 다른 플레이어를 직접 패스 받기 좋은 위치로 갖다 놓거나, 배구게임에서 한 선수가 토스에 들어감과 동시에 다른 선수는 스파이크를 넣을 준비를 할 수 있을 것이다. 현재 이런 작업들은 미리 코딩

된 인공지능에 의해 이루어지고 있으나, 이런 인공지능은 결국 사용자가 원하는 동작을 완벽히 주는 데에는 많은 무리가 있다. 그러므로 이 인공지능의 작업을 사용자가 대신한다면 게임의 자유도를 높일 수 있다. 이 논문에서는 두 캐릭터와 양 손을 사용한 동시 상호작용을 최대한 정량적으로 테스트 해보고 그 결과를 토대로 두 캐릭터 이상과의 동시 상호작용의 제약성과 가능성을 살펴보고자 한다.

2. 관련 연구

2-1. 기존 게임 인터페이스

현재의 모든 사용자-컴퓨터간의 상호작용은

one user - one cursor 을 기반으로 하고 있다. MS Word 와 같은 워드 프로그램과 같이 사무용 프로그램에서 Mouse Cursor 와 Keyboard Cursor 를 따로 두는 것과 같이 여러 cursor 가 함께 사용되는 경우도 있으나, 이 경우도 두 Cursor 가 동시에 사용되는 것이 아니라 한 Keyboard Cursor 를 사용하여 문서를 편집하다가 메뉴를 클릭할 때 Mouse Cursor 를 사용하는 방식이다. 즉, 두 Cursor 를 함께 사용한다고 해도 동시에 사용하는 것이 아니라 한 Cursor 를 사용하고 난 뒤에 다음 Cursor 를 사용하는 방식이다. 사무용 프로그램에서는 Cursor 를 바꾸어가면서 사용하는 것이 크게 무리가 없고 자연스러우나 컴퓨터게임에서는 Cursor 를 하나 씩 바꾸어 가는 방식이 아닌, 동시에 움직이는 방식이 더 좋을 수 있다. 특히 팀의 개념이 도입된 게임이 그러하며, 이 중 대표적인 종류가 스포츠게임류이다.

축구게임과 같은 경우(그림 1 참조), 한 선수가 공을 드리블하는 것과 같이 게임 상황의 변화가 생기면, 다른 선수들은 그와 발맞춰 적절한 위치로 자동적으로 이동하여야 한다. 과거에는 이러한 작업을 미리 짜여진 코딩에 의하여 이루어졌으나 현재의 발전된 게임들은 게임에 들어가기 전 팀의 전략을 자신이 직접 세워서 각 선수의 행동을 미리 지정할 수 있다. 그러나 이런 전략을 세우는 것도 한계가 있기 때문에 완벽한 자유도를 보장해 주지 못한다.



그림 1. 축구 게임: Konami 사의 Winning Eleven

슈팅 액션 게임도 때로 팀이 사용되는 경우가 있다. 3D 액션물인 Red Storm Entertainment 사의 Rainbow Six 또한 미리 짜인 AI 를 사용하는 경우이다. 이 게임에서 조작하는 플레이어 외의 다른 플레이어는 플레이어를 따라거나, 미리 지시된 경로를 따라 이동한다. 만약 AI 로 조작되는 팀원이 적과 부딪칠 경우에는 가지고 있는 스탯치에 따라 적에게 이길 수 있는 확률이 결정된다.

2-2. 양손 인터페이스

Hinckely[1]는 프랍(prop)을 이용한 양손 상호작용이 데스크탑 환경에 기반을 둔 가상 환경에서 작업 성능을 향상시킨다는 것을 입증하였다. Guiard[2]은 양손을 비대칭적으로 사용함으로써 일의 효율을 증가시킬 수 있다는 결론을 내렸고 Kabbash 와 Buxton[3]은 Guiard 의 이론을 바탕으로 양 손을 비대칭적으로 사용하는 Toolglass 라는 기법이 일의 효율을 극대화시킨다는 것을 증명하였다. 본 논문에서는 데스크탑 환경에서 사용자가 프랍 대신 각각의 손으로 동시에 두 개의 마우스들로 같은 일에 사용할 때, 작업 성능에 대한 효과를 살펴보고자 한다.

3. 실험 디자인

3-1 실험 프로그램

주변 환경의 얼마나 빨리 적응하는지를 최대한 정량적으로 측정하기 위해서 실험용으로 쓰이는 게임은 매우 간단한 슈팅게임으로 하였으며, 최대한 중립적인 환경을 만들기 위하여 AI 를 제외하였다. 측정하는 결과는 캐릭터가 얼마나 자주 미사일과 부딪치는 지이다.

3-2 독립 변수와 실험 설정

실험에서는 한 손/양 손 사용여부와 두 캐릭터간의 거리 그리고 주변 환경 변화 속도에 따른 작업성능을 단위 시간당 캐릭터가 부딪힌 미사일 수로 측정하고자 하였다. 먼저, 한 손/양 손 사용여부에 따라 이 게임은 두 종류로 제작되었는데, 이 두 가지는 마우스 두 개로 캐릭터

두 개를 조정하여 주위의 미사일을 피하기 (Game1), 마우스 하나로 캐릭터 둘을 조정하여 주위의 미사일을 피하기(Game2)이다. 이 두 게임은 동일한 게임이지만 조작 방식만 다르다(그림 2 참조). 마우스 하나로 두 캐릭터를 조정하는 Game2 의 경우에는 조정하는 캐릭터를 바꿔 주기 위하여 마우스를 잡고 있지 않은 손으로 키보드의 키를 누르면 조정하는 캐릭터가 바뀌 지게 하였다.

거리에 따른 작업성능을 측정하기 위하여 좌측 캐릭터와 우측 캐릭터가 움직일 수 있는 공간을 나누고, 그 공간 사이의 거리를 조정하였다. 캐릭터가 움직일 수 있는 한계선은 검은 선으로 표시하였다. 주변환경의 변화속도에 따른 작업성능은 미사일의 속도를 변화시킴으로써 측정하였다. 게임 시작 시 20ms 당 움직이는 픽셀 수를 입력하게 된다. 미사일은 위 아래로만 움직이는데, 이 것은 캐릭터가 어느 위치에 있던지 관계없이 미사일 주위에 존재하는 미사일 숫자를 최대한 동일하게 만들기 위한 것이다.

실험은 두 번에 나뉘어 진행되었다. 이것을 각기 실험 1 과 실험 2 로 부른다. 실험 1 에서는 양 손 또는 한 손의 사용 여부, 미사일의 속력, 캐릭터간의 거리를 변수로 주었고 (표 1 참조), 실험 2 에서는 양 손을 사용하고 미사일의 속력을 고정한 채 캐릭터간의 거리만 변화 주었다 (표 2 참조). 사용된 모니터는 1280 × 1024 의 해상도를 갖는 21 인치 모니터였다.

3-3 실험 과정

먼저 실험자가 도착하면 간단하게 게임의 목적과 실험 방법에 대해 간략한 설명을 듣는다. 설명을 들은 후에 실험자는 게임조작에 어느 정도 익숙해질 때까지 충분히 연습을 한다. 실험자가 게임 조작에 익숙해졌다고 생각되면, 게임의 각각의 조합을 미리 임의로 설정된 순서에 따라 60 초간 플레이한다. 각 게임이 끝날 때마다 플레이어는 네 가지의 설문 문항에 답한다.

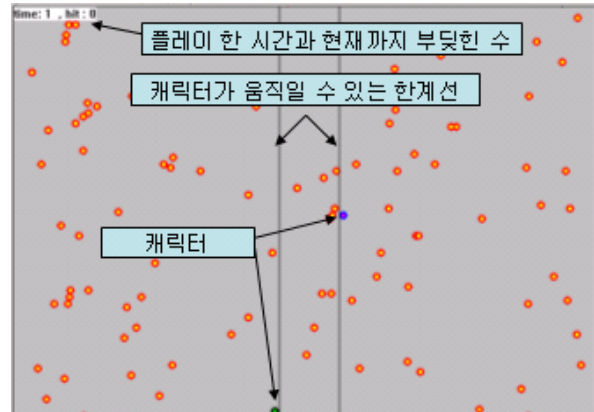


그림 2. 게임 화면

표 1. 실험 1에서의 독립 변수

독립변수	레벨	설명
사용되는 손의 개수	한 손	Game1 실행
	양 손	Game2 실행
속력	Low	250 pixels/sec
	Medium	325 pixels/sec
	High	400 pixels/sec
거리	Low	30 pixels
	Medium	130 pixels
	Long	230 pixels
공통 조건		
윈도우 크기: 640 pixels × 480 pixels		
미사일 개수: 30 missiles/window		

표 2. 실험 2에서의 독립 변수

독립변수	레벨	설명
거리	Level 1	10 pixels
	Level 2	210 pixels
	Level 3	410 pixels
	Level 4	610 pixels
	Level 5	810 pixels
	Level 6	1010 pixels
공통 조건		
윈도우 크기: 1280 pixels × 480 pixels		
미사일 개수: 40 missiles/window		
미사일 속력: 200 pixels/second		

사용자는 미리 충분한 시간의 연습시간을 가지며, 게임은 단 한 번만 실시한다. 지정된 시간 (60 초)가 지나면 게임이 끝나게 된다. 게임이 끝난 후, 실험 진행자는 사용자가 미사일에 부딪친 회수를 기록한다. 실험 1 에는 9 명의 실험자가 참여하였으며 이 중 여성이 2 명, 남성이

7 명이였다. 실험 2에는 6 명의 실험자가 참여하였고, 이 중 여성은 한 명이였다.

3-4 설문 조사

설문 조사는 다음의 네 가지 문항을 통해 수행하였다.

1. 난 이 조작이 매우 편안하다.(조작 편의성)
2. 난 이 조작을 하면서 시간이 지날수록 피로를 느꼈다.(조작 피로도)
3. 이 조작을 유용이 하기 위해서는 많은 연습이 필요하다.(연습 필요성)
4. 난 이 조작을 하면서, 연습으로는 극복될 수 없는 어떤 한계를 느꼈다.(조작 한계성)

각 질문에 대한 대답은 0~100 의 101 Scale 로 하였다.

4. 실험 결과

4-1. 실험 1

그림들 3, 4, 5 에 실험 결과를 나타내었다. 분산분석과 SNK 다중 비교 테스트($\alpha = 0.05$)에 의하면, 손을 동시에 사용 하는 것이 한 손을 사용하는 것 보다 작업 성능이 좋게 나타났으며 ($F_{1,8} = 70.24, p < 0.0001$), 거리가 길 때와 중간 거리가 한 그룹으로 묶였으며, 거리가 짧을 때에는 다른 그룹으로 묶여짐을 확인 할 수 있었다 ($F_{2,16} = 11.75, p < 0.001$). 또한 주위 환경이 더 천천히 변할수록 작업성능이 좋은 것으로 측정되었다 ($F_{2,16} = 296.67, p < 0.0001$).

조작 편의성에 관한 설문조사에서는 양 손을 사용하는 경우가 한 손을 사용하는 경우보다 더 편의성이 좋다는 결론이 나왔다 ($F_{1,8} = 5.44, p < 0.05$). 거리는 짧을 때와 중간 거리가 같은 그룹으로 묶였으며, 길 때는 다른 그룹으로 묶여서, 짧거나 중간거리가 긴 거리보다 편의성이 좋았다 ($F_{2,16} = 7.42, p < 0.01$). 주위 환경 변화 속도는 느릴 때가 한 그룹으로, 중간 속도와 빠른 속도가 한 그룹으로 묶여서 느릴 때의 편의성이 더 높았다 ($F_{2,16} = 13.45, p < 0.001$).

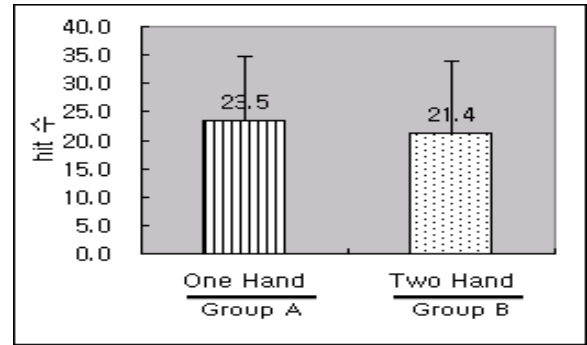


그림 3. 실험 1 에서 한 손/양 손 사용 여부에 따른 캐릭터와 부딪힌 미사일 수

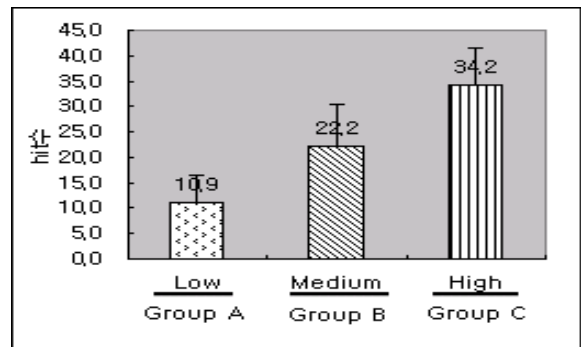


그림 4. 실험 1 에서 캐릭터간 거리의 변화에 따른 캐릭터와 부딪힌 미사일 수

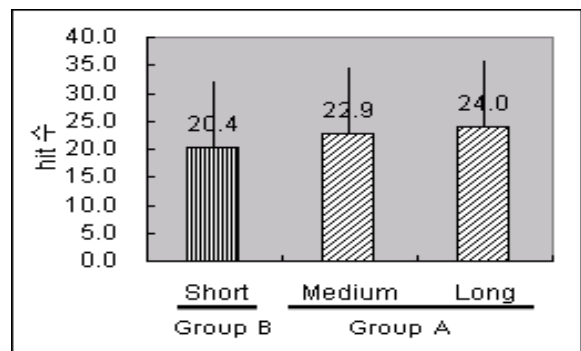


그림 5. 실험 1 에서 주위 미사일 속도의 변화에 따른 캐릭터와 부딪힌 미사일 수

조작 피로도에 관한 설문조사에서는 양 손을 사용하나 한 손을 사용하나 같은 그룹으로 묶였으며 ($F_{1,8} = 2.03, p > 0.19$), 거리와 관계없이 동일한 그룹으로 묶였다 ($F_{2,16} = 3.43, p > 0.05$). 차이는 속도에서만 나타났으며, 세 레벨이 각기 다른 그룹으로 나타났다 ($F_{2,16} = 62.23, p < 0.0001$). 속도가 빠를수록 피로도가 더 높아진다는 결론을 얻었다.

연습 필요성에 대한 설문조사는 피로도와

유사한 경향을 보였다. 양 손 사용 여부와 한 손 사용 여부가 같은 그룹으로 묶였고 ($F_{1,8} = 2.59, p > 0.14$), 거리에서도 세 레벨이 같은 그룹으로 묶였다 ($F_{2,16} = 2.22, p > 0.14$). 속도에서는 High와 Medium이 한 그룹으로, Low 가 한 그룹으로 묶였다 ($F_{2,16} = 8.69, p < 0.01$). 속도가 빠른 그룹에서 더 연습 필요성을 느끼는 것으로 나타났다.

한계성에 대한 설문결과는 연습 필요성의 결과와 한 손/두 손 사용 여부를 제외하고 동일하였다. 한 손을 사용했을 때가 두 손을 사용했을 때 보다 한계성을 더 느끼는 것으로 나타났다 ($F_{1,8} = 8.96, p < 0.05$). 미사일의 이동 속도가 빠를 때와 중간 속도일 때가 같은 그룹으로 묶였으며, 속도가 빠른 그룹에서 더 한계성을 느꼈다 ($F_{2,16} = 14.56, p < 0.001$). 변수가 거리일 때는 모두 같은 그룹으로 묶였다 ($F_{2,16} = 1.65, p > 0.22$). 이 결과를 표 3,4,5 에 정리하였다.

표 3. 한 손 / 양 손 사용 여부에 따른 설문 조사 분석 결과

변수	One Hand	Two Hands
작업성능	A	B
조작편의성	A	B
조작피로도	A	
연습필요성	A	
한계성	A	B

표 4. 속도 변화에 따른 설문 조사 분석 결과

변수	Low	Medium	High
작업성능	A	B	C
조작편의성	A		B
조작피로도	A	B	C
연습필요성	A	B	
한계성	A	B	

표 5. 거리 변화에 따른 설문 조사 분석 결과

변수	Short	Medium	Long
작업성능	A	B	C
조작편의성	A		B
조작피로도	A		
연습필요성	A		
한계성	A		

4-2. 실험 2

그림 6 에 실험 결과를 나타내었다. 분산분석과, 다중비교를 위해서 SNK 테스트($\alpha = 0.05$)를 수행하였다. 그 결과, 거리가 매우 짧을 때 (10 pixels) 인 경우만 그룹 A로 분류되었고, 210 에서 810 은 그룹B, 410 에서 1010 까지는 그룹C로 분류되었으며, 거리가 짧은 쪽의 그룹이 더 작업성능이 좋았다 ($F_{5,25} = 10.41, p < 0.0001$).

설문조사 결과를 살펴보면, 사용 편의성의 경우 그룹A는 10, 210 이고, 210 부터 810 까지 그룹B, 410 에서 1010 까지 그룹C로 나타났다 ($F_{5,25} = 5.47, p < 0.01$). 조작피로도는 모두 같은 그룹으로 묶였으며 ($F_{5,25} = 1.99, p > 0.11$), 연습필요성도 모두 같은 그룹으로 묶였다 ($F_{5,25} = 2.54, p > 0.05$). 한계성은 10 에서 610 까지가 그룹A, 610 에서 1010 까지가 그룹B로 나타났다 ($F_{5,25} = 5.68, p < 0.01$). 이 결과를 표 6 에 정리하였다.

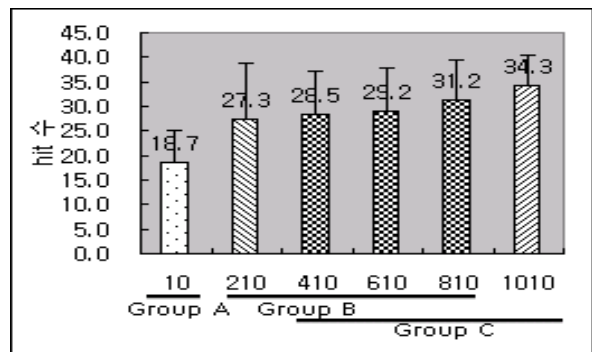


그림 6. 실험 2 에서 캐릭터간의 거리 변화에 따른 캐릭터와 부딪힌 미사일 수

표 6. 실험 2에서 거리 변화에 따른 결과

	10	210	410	610	810	1010
작	A	B	B, C			C
편	A	A,B	B, C			C
피	A					
필	A					
한	A	A, B		B		

(작: 작업성능, 편: 조작편의성, 피: 조작피로도, 필: 연습필요성, 한: 한계성)

5. 결론 및 향후 연구 계획

5-1. 결론

실험용 프로그램이 매우 간단하여 여러 한계가 있으나, 간단한 조작의 경우, 두 커서를 조정할 필요가 있다면 한 손 보다는 양 손을 사용하는 것이 더 작업성능을 향상시켜줄 것이라는 결과를 얻게 되었다. 특히 한계성에 대한 설문조사에서 한 손에서 느끼는 한계성이 두 손보다 더 크다는 것은 양 손 동시작업의 필요성을 잘 나타내주고 있다. 작업 성능에서 느린 속도와 중간 속도, 빠른 속도가 각각 뚜렷하게 구별되었으나 설문조사의 결과는 작업성능과 비례하여 나타나지 않았다. 거리를 변수로 둔 경우 작업성능은 굉장히 좁은 거리에서 한 번 크게 변화한 다음에는 매우 거리가 넓어질 때까지 작업성능이 어느 정도 유지된다는 것을 확인할 수 있었다.

두 손을 사용하는 환경의 작업성능이 한 손만 사용하는 환경의 성능보다 높게 나타난 이유는 난 이유는 미사일이 두 캐릭터에 동시에 접근하였을 때에, 한 캐릭터만 움직이는 것 보다 훨씬 쉽게 반응할 수 있었기 때문이라고 생각된다. 또한 미사일 속도가 느릴 수록, 실험자는 미사일의 이동 경로를 확인하기 쉽기 때문에 작업성능이 높게 나타난 것으로 판단된다. 또한 거리가 좁을 때 작업 성능이 높게 나타나고, 그 후로는 거의 일정한 작업성능을 보이는 이유는 캐릭터간의 거리가 좁아야만 사용자의 한 눈에 들어오고, 그 이상 떨어지면 어차피 짧은 시간마다 눈동자를 움직여 캐릭터를 번갈아 가면서

확인해 주어야 하는데, 이 때에 소요되는 시간은 작업성능에 크게 영향을 미치지 않기 때문이라고 생각된다.

5-2. 향후 연구 계획

이 논문에서 행한 실험은 두 캐릭터가 서로 협동하지 않는 경우이다. 두 캐릭터가 서로간에 영향을 주고 받는 상황일 경우에 대한 실험 결과 또한 필요할 것으로 생각된다. 사실 두 캐릭터간에 그물을 쳐서 미사일을 잡아내는 방식으로 두 캐릭터가 협동하는 상황에 대해서도 실험하였으나, 프로그램상의 버그와 실험자들이 보여준 높은 피로도, 낮은 집중력 때문에 의미 있는 데이터를 추출하지 못하였다. 따라서 향후에 다시 두 캐릭터 상호간의 협동 상황을 다시 실험해보자 한다. 특히 이 경우에는 작업성능과 더불어 피로도에 초점을 맞추어 실험하고자 한다.

6. 참고 문헌

- [1] K. Hinckley, R. Pausch, D. Proffitt, and N. F. Kassell, "Two-handed Virtual Manipulation," *ACM Trans. on Computer-Human Interaction*, Vol. 5, No. 3, 1998, pp. 260-302.
- [2] Y. Guiard, "Asymmetric division of labor in human skilled bimanual action: The kinematic chain as a model," *Journal of Motor Behavior*, Vol. 19, No. 4, 1987, pp. 486-517.
- [3] P. Kabbash, W. Buxton, and A. Sellen, "Two-Handed Input in a Compound Task," *Proc. of CHI '94*, 1994, pp. 417-423.