

하이퍼텍스트상의 Local Map 구조에 대한 사용편의성 평가

Usability evaluation of the local map structures on a hypertext

한성호*, 최필성*

Sung H. Han*, Pilsung Choi*

Abstract

Use of a hypertext is growing as multimedia and hypermedia systems become popular. The major difference between hypertext-based and ordinary user interfaces is navigation. Typically, there are two major navigation problems in a hypertext compared to the ordinary user interface: "Disorientation" and "Cognitive Overload". To reduce or eliminate these problems of the hypertext system, a variety of aiding tools have been proposed. Among them, a local map is a good tool for helping users navigate through screens, especially for a large and complex system. This study examined three major design variables of a local map in a hypertext: breadth, depth, and functionality of a map. A human factors experiment was conducted to investigate the effects of these variables. Based upon the results of the experiment, design guidelines are suggested.

1. 서론(Introduction)

하이퍼텍스트는 텍스트정보를 네트워크 구조로 구성하여 원하는 정보에 비순차적인 방법으로 접근할 수 있게 해주고, 사용자가 자유

로이 텍스트 정보 사이를 이동하고 있다고 느낄 수 있게 해주는 시스템으로 정의된다[2, 5, 10, 12, 14]. 하이퍼텍스트는 링크(Link), 노드(Node), 앵커(Anchor)로 구성된다. 노드는 하이퍼텍스트 내에 있는 하나의 정보 단

* 포항공과대학교 산업공학과

위를, 링크는 한 노드와 다른 노드 사이를 연결시켜주는 표시자를 의미하며, 앵커는 링크를 활성화 시켜주는 노드내의 버튼에 해당된다[5, 7, 9, 12]. 하이퍼텍스트의 개념은 텍스트 정보외에도 음향, 언어, 그래픽, 사진, 비디오 등 다양한 정보를 처리하는 하이퍼미디어(Hypermedia) 및 멀티미디어(Multimedia)의 개념과 함께 발달하여 왔으며 많은 응용분야를 확보하고 있으나, 하드웨어나 소프트웨어에 있어 아직은 많은 문제점들을 가지고 있다. 그 문제점 중의 하나가 비순차적으로 복잡하게 얽혀 있는 하이퍼텍스트를 이동할 때 발생하는 네비게이션 문제(Navigation Problem)이다[5, 8, 9, 10, 12]. 네비게이션 문제는 크게 네트워크상에 존재하는 정보의 위치를 파악할 때 생기는 방향상실감(Disorientation)과 네비게이션 도중 본래 작업외의 정

적 부하로 인한 인지과부하(Cognitive Overload)로 구분된다[2, 3, 4, 5]. 이들 문제점은 하이퍼텍스트의 사용편의성(Usability)과 밀접한 관련이 있는 것으로 인간공학적인 평가를 필요로 하는 부분들이다. 네비게이션 문제에 대한 해결방안으로서 Bookmark/Clipboard, Graphical Map, Back Tracking, Index, Keyword Search 등 여러가지 네비게이션 도구들이 이용되고 있다[1, 2, 4, 8, 10, 12]. 그중 하나가 Map의 일종인 Graphical Local Map이다. Graphical Local Map은 시스템의 구조를 모두 보여주는 Global Map과는 달리 일부 구조만을 보여주는 것으로서[1, 4, 8, 10, 12], 그림 1에 나타난 바와 같이 노드를 나타내는 제목으로 표현할 수도 있고, 아이콘 형태로 표현할 수도 있다. Local Map은 작은 공간을 차지하기 때문에 작업을 방해하지 않

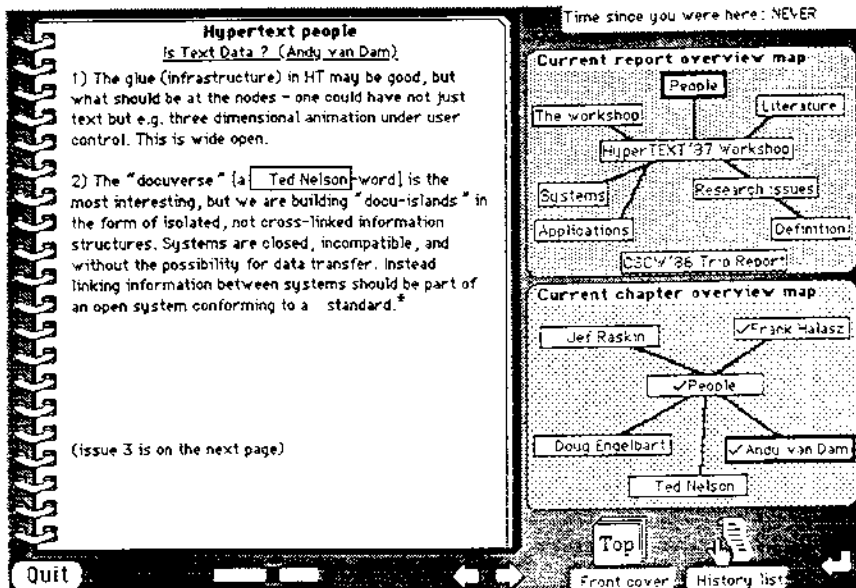


그림 1. 노드제목 형태의 Local Map (Nielsen, 1990)

고 연속적으로 제공할 수 있으며, 전체 시스템의 정보가 많아도 Global Map에서 처럼 스크롤(Scroll)이나 Multi-window 기능을 따로 부여하지 않아도 된다. 또한, 일부 주변 노드만 보여주기 때문에 Global Map에 비하여 나아갈 방향을 신속히 알려주는 장점이 있다. 이러한 Local Map의 장점을 잘 살리기 위해서는 구현하고자 하는 하이퍼텍스트 시스템에 따른 최적 깊이와 넓이의 결정, 깊이 및 넓이에 따른 사용자의 주관적 만족도 평가 등의 Local Map 설계에 관한 인간공학적 평가가 선행되어야 한다. 그러나, 지금까지는 체계적인 연구없이 막연히 사용자에게 도움이 될 것이라는 시스템 개발자의 일방적인 추측에 의하여 Local Map을 제공해왔다. 따라서, 본 연구에서는 하이퍼텍스트에서 네비게이션 보조기능인 Local Map의 설계와 관련된 몇가지 변수에 대하여 인간공학적인 평가를 통해 설계방안을 제시하고자 한다.

2. 실험방법(Method)

2.1 피실험자(Subjects)

피실험자는 22세에서 30세 사이의 대학생 및 대학원생으로, 모두 36명이 실험에 참가하였으며 이들 중 남자가 33명, 여자가 3명이었다. 이들은 모두 실험에 관련된 컴퓨터 기기를 다루는데 어려움이 없을 정도의 컴퓨터 사용경험은 있었으나, 하이퍼텍스트의 사용경험은 없는 사람들로 구성되었다.

2.2 네트워크 구성

실험용 하이퍼텍스트 프로토타입을 제작하기 위하여 Schvaneveldt등이 개발한 경로발견

자 알고리즘(Pathfinder Algorithm)[3, 12]을 사용한 네트워크를 구성하였다. 각 노드는 대부분의 사람들이 쉽게 알 수 있는 67개의 동물 이름으로 하였고, 몇가지 기준으로 유사성과 관련성에 의한 링크를 형성시켰다. 즉 모든 항목들의 쌍을 유사성(동물의 분류, 식성, 이름, 서식지, 서식대, 기타(외형, 크기, 색, 크기, 무늬, 움직이는 모양 등))과 관련성(사람이 연상적으로 떠올릴 수 있는 각 항목들 간의 모든 관련성)을 기준으로 각각 평가한 후 그것들을 종합하여 표 1에서 처럼 각 쌍의 비교된 값으로 나타내었다. 그리고 한 노드에 제한하고자 하는 링크의 수, 즉 평가 대상 넓이에 따라 기준치를 정하여 그 기준치보다 큰 값만을 선택하여 네트워크를 형성하였다. 넓이4의 네트워크를 구성하기 위해서는 전체 134개의 링크가 필요하며, 134개의 링크를 구성하기 위하여 평가된 전체 링크값 중 134번째로 큰 값인 20을 역치(Threshold)로 정하여 20 이상의 값을 가지는 링크만을 네트워크에 포함시켰다. 또한, 넓이2의 경우에는 67개의 링크가 필요하며, 동일한 방법으로 28 이상의 값만을 링크에 포함시켰다. 그러므로 본실험에서 정의한 넓이는 전체 링크에 대한 평균값으로 정의된다. 표 1을 예로 들면 “닭”과 “거위”는 평가된 값이 24로서 넓이4에서는 링크를 형성하나 넓이2의 링크에서는 제외된다. 그리고 “개”와 “늑대”는 평가된 값이 32로서 넓이2와 넓이4 모두에서 링크에 포함된다.

2.3 실험환경(Apparatus)

경로발견자 알고리즘을 이용한 네트워크를 구성한 뒤 HyperCard 2.2를 사용하여 그림 2

표 1. 관련성 및 유사성의 비교표 예

	...	늑대	다람쥐	닭	당나귀	도롱뇽	도마뱀	...
갈매기								
개		32		12				
개구리					20	24		
거북					12	22		
거위				24				
고슴도치								
고양이				10				
...								

와 같은 프로토타입을 개발하였다. 그림 2에서 화면을 수직으로 이등분 한 것 중 왼쪽 화면이 Local Map을 나타내고, 오른쪽이 본래의 텍스트를 나타낸다. 그림 2를 예로 들면, 현재의 노드는 “얼룩소”이며 다음으로 이동가능한 노드는 “소”와 “얼룩말”이다. 그리

고 오른쪽 아래에 있는 두 버튼 중 왼쪽에 있는 “처음으로” 버튼을 이용하면, 피실험자가 어떤 위치의 노드에 있든지, 특정의 한 노드로 이동가능하며, 오른쪽의 “이전단계” 버튼은 현재까지 이동한 노드를 역방향으로 거슬러 이동할 수 있게 해준다. 왼쪽의 Local Map은 현재의 노드에서 “소”와 “얼룩말”의 노드로 이동할 수 있는 것 외에도 “소”에서는 “양”, “염소”, “말” 그리고 “얼룩말”에서는 “말”, “기린”, “호랑이” 노드로 각각 이동할 수 있음을 나타내 주고 있다. 이 Map은 실험의 목적에 따라 Map에 나타난 항목을 직접 선택하여도 그 노드로의 이동이 가능하게 하였다.

본 실험에서의 모든 이동과 선택은 마우스를 통해서만 가능하며, 평가되는 시간과 노

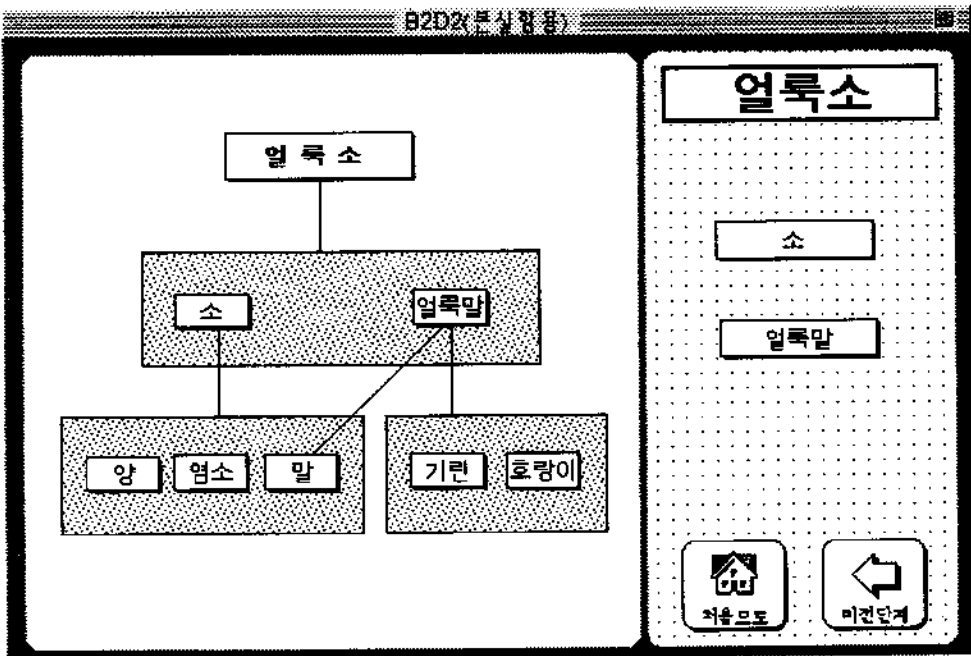


그림 2. 실험화면의 예

드수는 자동으로 측정될 수 있도록 프로그램을 제작하였다. 또한, 추후분석을 위하여 모든 실험 내용을 비디오 카메라로 녹화하였다.

2.4 실험변수(Experimental Variables)

본 연구에서 평가된 Local Map의 설계요소는 Local Map의 넓이, 깊이 그리고 기능의 3가지이며, 각각을 다음과 같이 정의하였다.

넓이는 기준이 되는 노드에서 선택가능한 앵커의 수(또는 링크의 수)로 정의하였다. 예를 들면, 그림 3에서 A노드와 B, C, D, E노드는 모두 링크되어 있으므로 A는 넓이4가 되고 동일한 방식으로 B는 넓이3, C와 D는 넓이2 그리고 E는 넓이1이 된다.

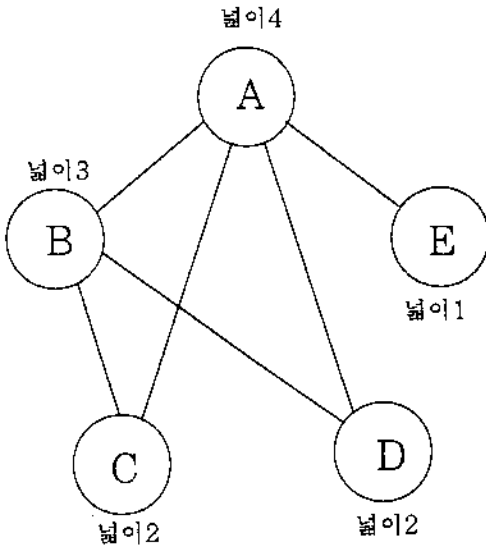
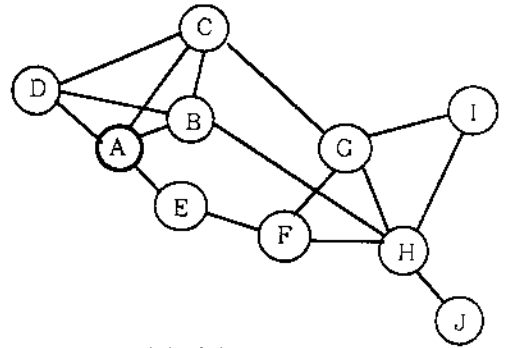
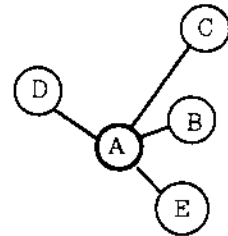


그림 3. Map의 넓이

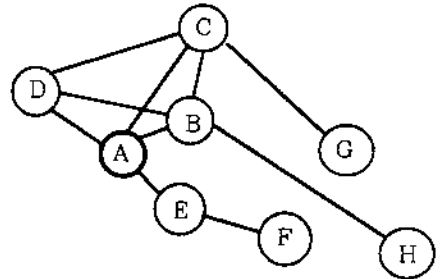
깊이는 기준이 되는 노드에서 다른 노드까지의 연속적인 링크수로 정의하였다. 예를 들면, 그림 4의 (a)를 전체 Map이라고 하고, A를 기준이 되는 노드라고 했을 때, 노드A에



(a) 전체 Map(깊이3)



(b) 깊이1



(c) 깊이2

그림 4. Map의 깊이

서 깊이1은 정의에 의하여 (b)에서 처럼 A와 직접 링크된 것이고, A를 기준으로 하여 깊이2는 (c)에서 처럼 깊이1의 노드들과 직접 링크된 것이 된다. 같은 방법으로 전체 Map은 깊이3으로 정의된다.

기능은 Map이 단순한 안내역할을 하는지, 또는 Map을 통한 브라우징이 가능한지에 따라서 안내(Guide)와 브라우저(Browser)로 구분하였다. 즉, 안내로서의 Map은 브라우징의 기능이 없음을 의미한다.

2.5 실험계획(Experimental Design)

본 실험에서는 Local Map의 넓이와 깊이, 기능을 실험변수로 채택하였다. 그리고 각각의 수준(Level)은 넓이의 경우 비순차적 하이퍼텍스트를 구성할 수 있는 최소 범위와, 그보다 훨씬 복잡하다고 평가되는 범위인 넓이2, 넓이4로 정하였고, 깊이의 경우 최소 깊이1과 깊이2 그리고 Local Map으로서 너무 커지지 않는다고 평가되는 깊이3까지의 3범위로 나누었다. 그리고 기능은 Map이 브라우저로서 사용되어질 수 있는지, 혹은 단순히 안내로서만 이용되는지의 두가지로 분류하였다. 그러므로 본 실험은 그림 5에서 처럼 넓

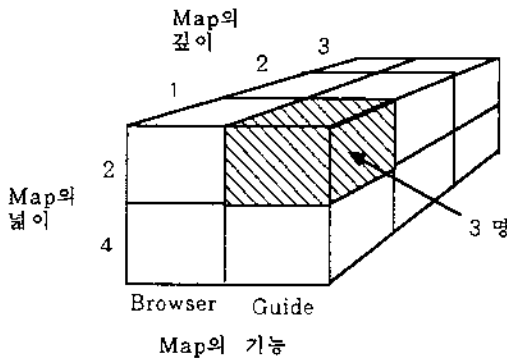


그림 5. 실험 디자인

이, 깊이, 그리고 기능의 실험 디자인으로 구성되어 있다. 각 실험조건(Treatment Condition)마다 3명의 피실험자를 배치하였으며,

각 피실험자는 동일하게 8개의 대상항목을 찾으려 하였다. 또한 Map에 의한 학습도를 평가하기 위해서, Map을 이용한 실험 후, 동일한 조건을 Map없이 실험하도록 하였다.

실험결과는 수행도, 선호도, 학습도로서 평가하였다. 수행도는 평균시간과 평균노드수로 측정하였으며, 이는 각각 실험을 시작하여 대상항목을 찾을 때까지 소요된 평균시간과 평균노드수로 정의된다. 선호도는 각 피실험자가 소속된 실험조건에 대하여, Map을 제시한 것과 제시하지 않은 것의 선호도 비를 Magnitude Estimation을 이용하여 측정하였다[13]. 학습도는 Map을 이용한 실험을 실시한 후, 동일한 조건을 Map없이 실험하여, 역시 대상 항목을 찾는데 까지의 평균시간과, 평균노드수로 측정하였다.

정량적인 평가외에도 정성적인 평가를 위해서 실험직후에 피실험자에게 어느 깊이가 가장 선호되었는지에 대한 의견 조사 및 기타 다른 주관적인 의견을 기록하였다.

2.6 실험절차(Procedure)

실험에 앞서 피실험자의 인적 사항을 기록한 후 모든 피실험자에게 하이퍼텍스트와 실험대상이 된 프로토타입의 이용 방법, 그리고 실험해야 할 내용들을 동일하게 설명해 주었다. 뿐만 아니라 각 항목들의 링크가 어떤 방법에 의하여 구성되었는가에 대해서도 설명해 주었다. 실험은 화면의 시작 버튼을 누름으로써 시작되며, 시작 버튼을 누르면 처음 찾아야 할 대상 항목이 화면에 나타나게 하였다. 대상 항목을 찾으려면 오른쪽 위에 있는 노드의 제목을 선택하도록 하였고, 제목을 선택하는 순간 다음 찾아야 할 대상이 나

타나게 하였다. 위와 같은 방법을 이용하여 피실험자가 제시된 8개의 항목을 모두 찾도록 하였다. 마지막 대상항목을 찾으면 그때까지의 총시간과 대상 항목간 시간, 총 노드수 그리고 대상항목간 노드수가 차례로 표시되어, 결과를 기록하였다.

실험은 먼저 Map을 브라우저로서 이용하든지, 단순히 안내로서 이용하든지 Map을 이용한 실험을 한 후, 똑같은 넓이에 대하여 Map이 없는 실험조건을 실험하였다. 각 실험이 있는 후, 실험 결과를 기록하였고, 실험이 끝난후에 Map이 있었던 실험과 Map이 없었던 실험에 대한 선호도 조사를 Magnitude Estimation을 이용하여 실시하였다. 그리고 어떤 깊이가 가장 선호되었는지에 대한 의견 조사 및 기타 다른 주관적인 의견에 대한 기록을 하였다.

3. 실험결과 및 논의

실험결과와 평가는 수행도, 학습도 그리고 선호도의 측면에서 이루어졌으며, 이 각각에 대하여 순서대로 실험의 결과를 살펴보기로 한다.

3.1 수행도(Performance)

평균시간과 평균노드수에 대한 각각의 분산분석결과, 평균시간의 경우 깊이에 대해서만 유의하고 나머지 요소에 대해서는 유의하지 않은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 깊이에 따른 평균시간을 보면 그림 6에서 나타난 바와 같이 깊이1, 깊이2, 깊이3에서 각각 92.9초, 70.2초, 49.7초로서 Map의 깊이가 커질수록 평균시간이 적어짐을 알 수 있다. 이 결

과는 대상항목이 Map내에 있는지 없는지 결정해야 할 시간이 길어지는 것을 감안하더라도 깊이가 커지는 것이 빠른 검색에 유용함을 의미한다. 그러나 Map의 기능에 따른 수행도의 통계적인 유의차가 없으므로($p > 0.05$), 빠른 검색을 위해서 깊이3, 넓이4 범위내의 Local Map에 별도의 브라우징 기능을 주는 것이 크게 의미가 없음을 알 수 있다. 또한 넓이에 따른 평균시간의 차이도 없으며($p > 0.05$), 이는 노드에 이르는 여러가지 경로가 있는 것이, 즉 한 수준에서 Map의 넓이를 크게 하는 것은 빠른 검색을 하는데 크게 도움이 되지 못함을 의미한다.

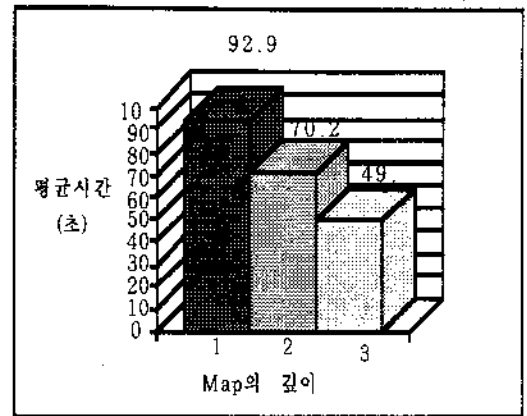


그림 6. 깊이에 따른 평균시간

한편 평균노드수는 넓이, 깊이에 대하여 유의하고, 넓이와 깊이의 교호작용도 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 넓이에 따른 평균노드수와 깊이에 따른 평균노드수가 각각 그림 7, 그림 8에 나타나 있다. 그림에 나타나 있듯이 넓이의 경우, 넓이2(평균노드수 17.5개)보다는 넓이4(평균노드수 12.3개)가 평균노드수 측면에서 수행도가 좋게 나타났으며

($p < 0.05$), 깊이의 경우, 깊이1, 깊이2, 깊이3에 대해 평균노드수가 각각 25.1개, 13.2개, 6.4개로서 깊이3의 범위 내에서는 깊이가 커질수록 평균노드수가 적어짐을 알 수 있다.

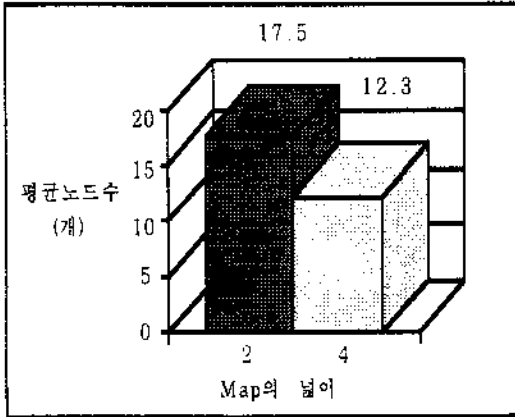


그림 7. 넓이에 따른 평균노드수

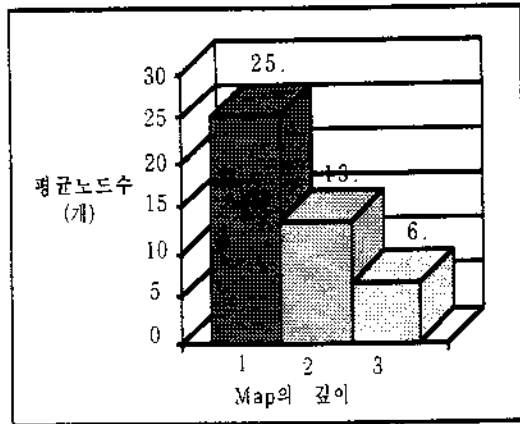


그림 8. 깊이에 따른 평균노드수

수행도 측면에서 볼 때, 평균시간과 평균노드의 효과가 약간 다름을 알 수 있는데, 이것은 넓이가 커지면 대상항목에 이를 수 있는 방법이 많아지나, Map을 전체적으로 보는

데 소요되는 시간이 많아지고, 또한 대상 항목이 Local Map에 나타나 있지 않을 때, 여러 노드중 다음 노드 하나를 결정하는데 까지의 시간이 길어지기 때문에, 대상항목을 찾을 때 까지의 시간에는 유의한 차이가 없으나 평균노드수에는 유의한 차이가 있는 것으로 해석될 수 있다.

그림 9에 나타난 바와 같이, 넓이4의 Local

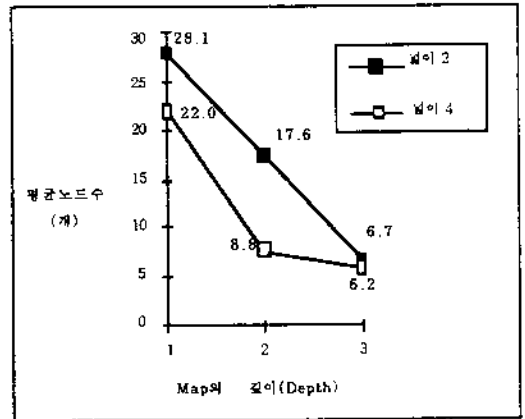


그림 9. 깊이와 넓이의 교호작용

Map이 넓이2의 Local Map보다 깊이2에서의 평균노드수 감소폭이 더 크나 깊이3에서는 오히려 평균노드수의 감소폭이 급격하게 적어짐을 알 수 있다. 또한 Local Map이 제한적이라면, 넓이4, 깊이3의 범위내에서는 깊이를 늘여주는 것이 넓이를 늘여주는 것보다 효율적임을 알 수 있다. 예를 들어 그림 9에서도 나타나 있듯이 넓이2, 깊이3의 경우(평균노드수 6.7개)가 넓이4, 깊이2(평균노드수 8.8개)보다 Local Map에 나타나는 노드 수가 적음에도 불구하고 평균노드수는 더 적음을 알 수 있다. 이것은 깊이가 커지면 링크에 의한 정보가 추가되기 때문인 것으로 분석될

수 있다.

3.2 선호도(Preference)

선호도는 Map을 제시한 것과 안한 것의 선호도에 대한 비로써 평가하였으며, 선호도의 분산분석 결과, 선호도는 깊이에 대해서만 유의한 차이를 보이며($p < 0.05$), 다른 요소에 대해서는 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 깊이에 따른 선호도는 그림 10에 나타나 있으며 추가분석 결과, Map을 주는 것이 주지 않는 것보다 선호되었으나($p < 0.05$), 깊이2와 깊이3의 통계적인 차이는 보이지 않았다. 이는 Local Map의 도움을 받기는 하나 화면에 나타나는 정보의 양이 많아지는 것을 크게 선호하지 않는 것으로 분석될 수 있다.

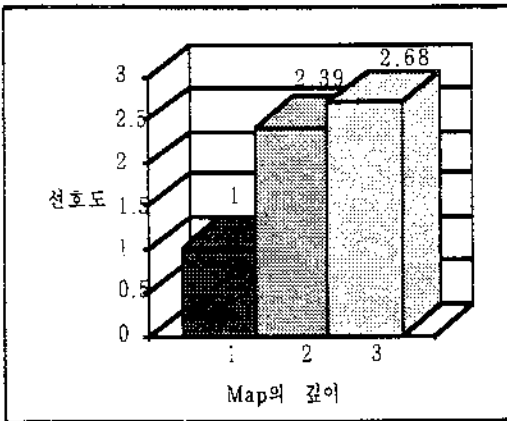


그림 10. 깊이에 따른 선호도

한편, 어느 깊이가 가장 좋은가에 대한 설문조사에서 피실험자의 과반수인 18명이 깊이3의 Local Map을 선호하는 것으로 나타났으며, 더 이상의 깊이를 보여주는 것을 크게 선호하지 않는 것으로 조사되었다.

3.3 학습도(Learnability)

Map에 의한 학습도 차이를 알아보기 위한 실험의 분산분석 결과, 평균시간과 평균노드수 모두 어떤 요소에 대해서도 유의한 결과를 보이지 않았다($p > 0.05$). 즉, 넓이4, 깊이3의 범위내에서 Local Map의 깊이, 넓이, 기능의 차이가 학습에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않는다고 할 수 있다. 그러므로 학습을 목적으로 하는 시스템인 경우 넓이4, 깊이3의 범위내에서 설계한다면 사용자의 학습도에는 영향을 주지 않을 것으로 평가되며, Map의 기능에 따른 학습도의 차이가 없으므로 Map에 브라우징 기능을 부여할 필요가 없는 것으로 평가된다.

4. 결론(Conclusion)

본 연구를 통해서 하이퍼텍스트에 사용되는 네비게이션 도구인 Local Map의 적절한 설계방안에 대하여 인간공학적 평가를 수행하였다. 결론적으로, Local Map은 구현하고자 하는 시스템의 종류에 따라서 달리 제시되어야 한다고 할 수 있다. 즉 하이퍼텍스트 시스템이 자료의 검색을 목적으로 하는 시스템인지, 또는 학습이 중시되는 시스템인지 등에 따라서 Local Map도 그에 따라 달리 표현되어야 한다. 뿐만 아니라 검색에 있어서도 정확성이 요구되는 시스템인지 또는 빠른 검색이 요구되는 시스템인지에 따라서 달리 적용되어야 한다. 단순히 어떤 항목을 검색하기 위한 것이라면 Local Map보다는, Global Map이나 다른 검색 기능이 이용되는 것이 좋다. 그러나 Global Map의 표현이 어려워 Local Map을 통한 검색이 불가피하다면 Local

Map의 응용이 용이하도록 정보를 구성하고 네트워크를 적절하게 제시해야 한다.

본 연구의 결론을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 빠른 검색을 목적으로 하는 시스템의 경우: Local Map의 깊이가 커질수록 좋다. 그리고 기능과 넓이에 의한 차이는 없으므로 넓이는 검색에 지장이 없는 범위내에서 최소화하는 것이 좋다.

둘째, 정확성이 요구되는 검색 시스템의 경우: 넓이와 깊이가 클수록 좋다. 그러나 Local Map이 아주 제한적이라면 넓이보다는 깊이를 크게 하는 것이 좋다.

셋째, 선호도가 만족되어야 하는 시스템의 경우: Local Map이 주어지는 것이 그렇지 않은 경우보다 선호되었다. 그러나 넓이, 깊이, 기능에 따른 선호도의 유의한 차이가 없으므로 Local Map의 제시 범위를 최소화하는 것이 제안된다.

넷째, 학습이 증시되는 시스템의 경우: 넓이, 깊이, 기능에 따른 학습도의 유의한 차이가 없으므로 Local Map에 브라우징 기능은 없어도 수행도나 선호도에 차이가 없는 것으로 나타났다.

이에 부가하여 위의 몇가지 목적이 복합적인 시스템의 경우는 그에 맞는 제시방법들을 적절하게 복합하여 Local Map을 설계하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김영근, 최윤철, "효율적인 탐색과 브라우징을 지원하는 하이퍼미디어 시스템의 사용자 인터페이스 설계", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol.12, No. 1, pp. 75~86, 1993.
- [2] 정영란, "하이퍼미디어에서 네비게이션 도구의 효과 연구", 석사학위논문, 한양대학교, 1993.
- [3] "하이퍼텍스트 세계로 눈을 돌려라", *Computer Magazine Hypertext*, pp.24~42., Nov., 1988.
- [4] Begoray, J.A., "An introduction to hypermedia issues, systems and application areas", *International Journal of Man Machine Studies*, Vol.33, pp.121-147, 1990.
- [5] Conklin, J., "Hypertext: An Introduction and Survey", *IEEE Computer*, Vol.20, No.9, pp.17-41, Sep., 1987.
- [6] Grobaek, K., Trigg, R.G., "Hypermedia", *Communication of the ACM*, Vol.37, No. 2, pp.26-74, 1994.
- [7] ACM, *Hypertext '93 Proceedings*. Computing Machinery, Nov., 1993.
- [8] McAleese, R., *HYPERTEXT: theory into practice*, Ablex, 1989.
- [9] McGrew, P.C., McDaniel, W.D., *On-line Text Management: HyperText and other technique*, Intertext Publication/Multiscience Press, 1989.
- [10] Nielsen, J., *Hypertext & Hypermedia*, Academic Press, 1990.
- [11] Paap, K.R., "Design of Menus", *Handbook of Human-Computer Interaction*, edited by Helander, M., Elsevier, pp. 205-235, 1988.
- [12] Shneiderman, B., Kearsley, G., *HYPER-TEXTHANDS-ON: An Intorduction to*

a New Way of Organizing and Accessing Information, Addison-Wesley, 1989.

- [13] Stevens, S.S., *Psychophysics: Introduction to its perceptual, neural, and social prospects*, New York, NY: John Wiley, 1975.
- [14] Woodhead, N., *Hypertext & Hypermedia: Theory and Applications*, Addison-Wesley, 1991.

95년 4월 최초 접수, 95년 8월 최종 수정