《研究論文》

Journal of the Human Engineering Society of Korea
Vol.9 No. 1, June 1990

단기기억작업에서 정보부하와 유지시간의 영향에 관한 연구

(A study on influence of information stress and retention time in short-term memory task)

정 광 태† 박 경 수††

Abstract

In order to design man-machine system, communication system and other tasks that require information, we need to understand the characteristics of human short-term memory(STM).

Thus, the purpose of this thesis is to investigate the influences of information stress and retention time on human performances and their relationships for STM of visual information. Eight subjects performed the computer monitering with STM task.

The results showed that performance on serial recall from STM get wores and response time (and completion time) on information transmission by recall from STM increase as information stress and retention time increase. Also, there existed inverse proportional relationship between recall performance and response time (and completion time).

1. 서론

사회가 복잡해짐에 따라 인간은 많은 情報를 必要로 하고, 또한 日常生活이나 作業現場에서 많은 情報傳達해야만 한다. 무분별한 情報의 提示는 그만큼 인간의 負擔을 가중시키고, 情報 傳達 過情에서 인간의 失手 誘發 可能性을 증가시킨다. 그러므로 體系設計者는 인간의 情報 傳達 過程에서 발생할 수 있는 실수의 근원을 제거할 수 있도록 체계를 설계하여야 하고, 이를 위해서는 여러 要因에 따른 인간의 情報 傳達 特性을 이해할 必要가 있다.

인간의 情報 傳達 過程은 입력되는 情報를 우선 短期記憶(short-term memory) 體系에 貯藏하고, 그 情報를 必要로 할 때 回想(recall)에 의하여 情報를 傳達한다[6]. 여기서 인간의 短期 記憶 體界는 눈이나 귀를 통하여 입력되는 情報를 수 초 혹은 십여 초 동안 貯藏하는 場所를 말한다[2,3].

아무리 단순한 人間-機械 體系에서 조차도 인간의 短期 記憶없이 그 機能을 수행할 수는 없다[6]. 그러므로 체계의 설계 시 인간의 短期 記憶의 特性은 반드시 고려되어야 하고, 이를 위해서 여러 要因의 變化에 따른 인간의 短期 記憶서의 遂行度(performance)를 研究할 必要가 있다.

短期 記憶에서 무엇보다 인간의 遂行度에 많은 影響을 미치는 要因(factor)은 제시되는 情報의 量에 대한 負荷(information stress)와 短期 記憶 體系 內에서의 情報 維持 時間(retention time)이다.

†한국과학기술원 산업공학과 인간-기계 / 생산체계 연구실
††한국과학기술원 산업공학과

따라서 本 硏究의 目的은, 첫째 短期 記憶에서의 情報量에 대한 負荷와 情報 維持 時間에 따른 回想에서의 修行度(情報 回想 確率, 올바르게 回想된 文字의 數)의 變化, 둘째 短期 記憶에서의 情報量에 대한 負荷와 情報 維持 時間에 따른 情報 傳達 作業에서의 遂行 時間(反應時間, 完了時間)의 變化, 셋째 回想의 正確性과 遂行 時間의 關係, 그리고 그 特性등에 대해서 알아보고 자 한다.

2. 실험

2-1 피실험자와 실험장치

本 實驗의 피실험자들로는 정상적인 實現能力을 가진 남자 대학원생 8명으로 하였다. 實驗裝備로는 칼라 모니터를 가진 개인용 컴퓨터(IBM PC/AT)를 사용하였다.

2-2 실험절차

本 實驗은 피실험자가 컴퓨터 모니터 상에 나타나는 文字列(情報)을 짧은 시간(出現時間;presentation time)동안 본 후에, 규정된 시간(情報 維持 時間; retention time)동안 다른 妨害 作業을 행한 후, 처음에 提示되었던 情報를 回想해 내는 作業이다.

피실험자는 컴퓨터 모니터 상에서 40㎝정도 떨어진 위치에 앉도록 하였고, 각 施行(trial)마다 26개의 알파벳 대문자 중에 임의로(randomly) 선택된 文字列을 모니터 상에 제시되도록 하였다.

文字列의 갯수는 4개에서 8개까지 하였고, 화면을 저해상도 그래픽 모드로 變更하여 화면의 한가운데 제시되도록 하였다. 그리고 文字列의 出現 時間은 0.1초/文字로 하였다. 제시된 文字列은 규정된 시간(出現 時間)이 지난 후 사라지고, 곧바로 화면 한가운데 사각형의 도형이 나타난다.

이때 피실험자는 文字 入力 指示가 나올 때까지 모니터 상에 나타나는 도형의 수를 세도록 하였다. 이 작업은 Brown[1]과 Peterson & Peterson[9]의 技法을 응용한 것으로 피실험자의 리허설을 妨害하기 위한 作業이다.

情報 維持 時間은 2초에 18초까지 4초의 간격으로 하였고, 도형은 빨간색으로 記憶하고 있는 정보를 입력하라는 지시가 나올 때까지 모니터 가운데에서 点滅하도록 하였으며, 그 頻度는 2회/초의 比率로 하였다.

피실험자에게 도형의 수를 세는 作業을 반드시 행하도록 하기 위하여, 피실험자가 센 刺戟의 수가 실제 제시된 刺戟의 수와 같지 않을 경우에는 그 處理組合에 대한 實驗을 다시 행하였다. 규정된 시간(情報 維持 時間)이 지난 후, 도형의 出現이 멈춤과 동시에 삑 소리와 함께 모니터 상에 記憶하고 있는 文字列을 입력하라는 지시가 나타나고, 피실험자는 記憶할 수 있는 모든 文字를 入力해야 한다.

記憶하고 있는 文字를 입력하는데 걸리는 시간은 制限을 두지 않았고, 回想 方法은 정보의 內容 뿐만 아니라 位置까지 回想하도록 하는 serial recall[3] 方法을 이용하였다. 그리고 記憶하고 있는 文字의 數가 提示된 文字의 數보다 적더라도 항상 提示된 文字의 數와 같은 갯수를 입력하도록 하였다.

피실험자에게는 실험에 익숙할 정도의 예비실험을 실험 전에 행하도록 하였고, 매일 實驗 前에 간단한 注意 事項을 注入하였다.

2-3. 실험계획

實驗計劃으로는, 提示되는 情報量과 情報 維持 時間을 處理(treatment), 즉 要因(factor)으로 하고 피실험자(subject)들에 대해서 블럭화(blocking)하는 randomized blocks as multifactor design 方法을 사용하였다.

實驗 條件은, 피실험자 8명중 1명을 임의로 選擇하여 각 블럭(피실험자, 반복) 內에서 완전히 無作爲(completely randomized)로 선택된 處理 組合(treatment combination)에 대한 실험을 행하도록 하였으며, 각 處理 組合에 대한 反復의 횟수는 피실험자마다 4회씩 行하였다. 제시되는 情報量의 水準(level)과 情報 維持 時間의 水準은 각각 5개로 하였다.

이러한 방법으로 25개의 각 처리조합에 대해 각각 32개(8×4)의 데이타를 얻을 수 있었고, 따라서 총 800개(8×4×5×5)의 데이타를 얻을 수 있었다.

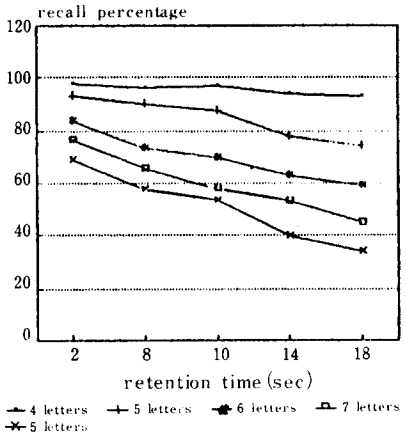
實驗을 위해 필요한 program은 Basic言語로 작성하였고 Quick Basic 컴파일러를 이용하여 實驗을 행하였다. 實驗은 4일에 걸쳐 각 피실험자 마다 하루에 한 번씩 행하였다.

3. 결과

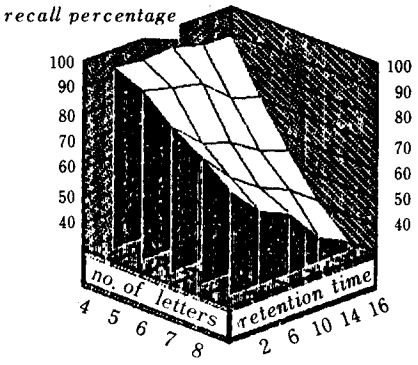
3-1 두 요인(정보량, 정보유지시간)에 따른 회상확률의 변화

그림 1을 보면 文字列의 數와 情報 維持 時間이 증가함에 따라 제시된 文字列의 回想 確率(제시된 문자열 중에서 올바르게 회상된 문자의 비율)은 급격히 감소하고, 제시되는 文字列이 길어질 때 情報 維持 時間의 증가에 따른 정보의 消滅率은 더욱 커졌다.

SPSS/PC+를 이용하여 각 條件에 대해 統計處理를 행한 結果, 피실험자($p=0.00<0.05$), 문자열의 수($p=0.00<0.05$), 그리고 정보 유지 시간($p=0.00<0.$

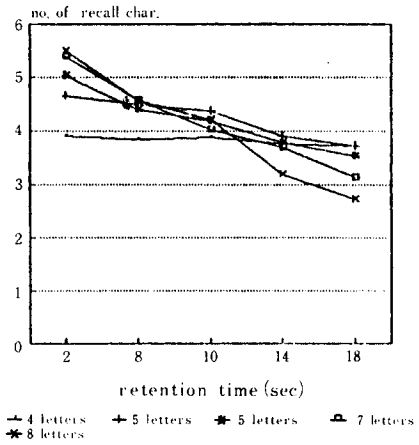


a. 2 차원 표현

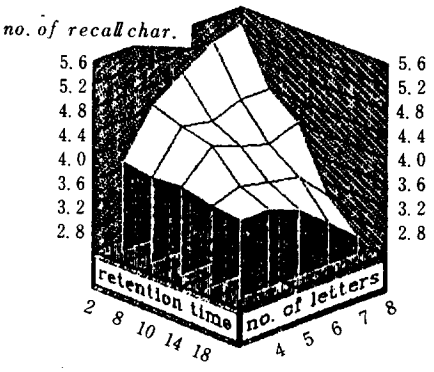


b. 3 차원 표현

〔그림 1〕 정보량과 유지시간에 따른 평균회상확률



a. 2 차원 표현



b. 3 차원 표현

〔그림 2〕 정보량과 유지시간에 따른 평균회상문자수

05)의 變化는 정보의 回想 確率에 有意한 影響을 미치고, 문자열의 크기와 정보 유지 시간의 相互作用(interactoin)이 存在($p=0.01<0.05$)하였다.

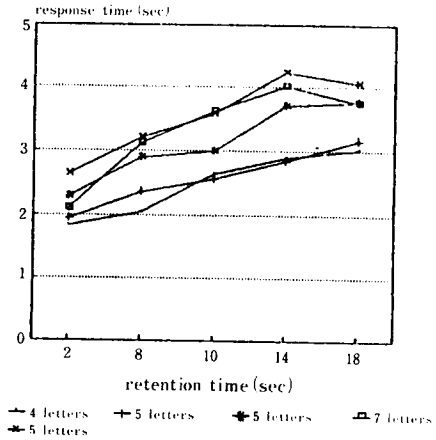
3-2. 두 요인에 따른 회상문자 갯수의 변화

그림 2를 보면 回想되는 文字의 數는 情報 維持 時間의 增加에 따라 減少하고 그 消滅率은 文字列의 크기가 커짐에 따라 증가한다.

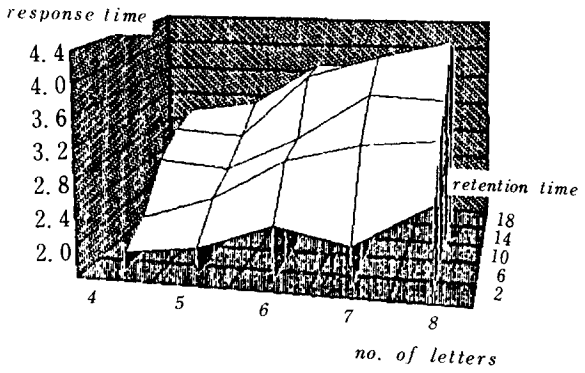
SPSS / PC+를 이용하여 각 條件에 대해서 統計處理를 행한 結果, 피실험자($p=0.00<0.005$), 문자열의 크기($p=0.01<0.05$), 그리고 정보유지시간($p=0.00<0.05$)은 回想되는 文字의 數에 有意한 影響을 미치고, 文字列의 크기와 情報 維持 時間의 相互作用이 存在($p=0.00<0.05$)하였다.

3-3 두 요인이 반응시간에 미치는 영향

그림 3을 보면 각 要因의 增加에 따라 反應 時間(문자입력 지시 순간부터 피실험자가 첫째 문자를 입력하는 순간까지의 시간)은 증가하는 趨勢를 보인다. 그리고 SPSS / PC+를 이용하여 統計處理를 행한 結果, 피실험자($p=0.00<0.05$), 문자열의 크기($p=0.00<0.05$), 그리고 정보유지시간($p=0.00<0.05$)은

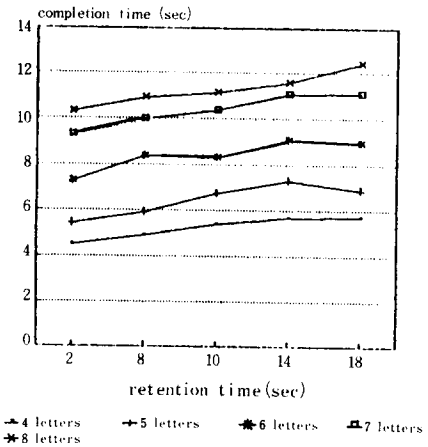


a. 2 차원 표현

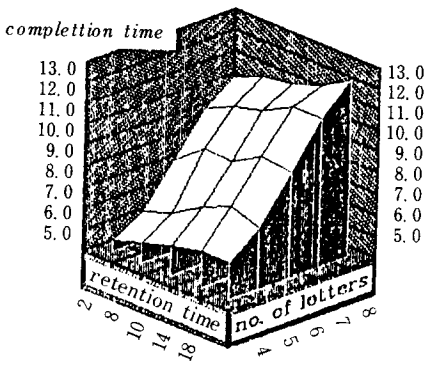


b. 3 차원 표현

〔그림 3〕 정보량과 유지시간에 따른 평균반응시간



a. 2 차원 표현



b. 3 차원 표현

〔그림 4〕 정보량과 유지시간에 따른 평균완료시간

反應 時間에 有意한 影響을 미치고, 문자열의 크기와 정보 유지 시간의 相互作用은 없었다($p>0.05$).

3-4. 두 요인이 작업완료 시간에 미치는 영향

(**그림 4**)를 보면 完了 時間(문자입력 지시의 순간부터 마지막 문자의 입력완료 순간까지의 시간)은 情報 維持 時間의 增加에 따라 增加하는 趨勢를 보였다. 그리고 SPSS / PC+ 를 이용하여 統計處理를 행한 結果, 피실험자($p=0.00<0.05$), 문자열의 크기($p=0.00<0.05$), 그리고 정보 유지 시간($p=0.00<0.05$)은 完了 時間에 有意한 影響을 미치고, 문자열의 크기와 정보 유지 시간의 相互作用은 存在하지 않았다($p>0.05$).

3-5 회상확률과 반응시간의 관계.

實驗을 통해 測定한 두 從屬 變數인 回想 確率과 反應 時間 사이에 有意한 相關(線形) 關係가 存在하는지를 알아보기 위하여, 假說 $Ho:\rho=o$에 대해서 SPSS / PC+ 를 이용하여 相關 分析(correlation analysis)을 행하였다(두 변수는 모두 종속변수이므로 회귀분석을 행할 수 없음). 分析 結果, 거의 모든 條件下에서 有意한 結果를 보였다 (**표 1**).

3-6 회상확률과 작업완료시간의 관계

回想 確率과 完了 時間 사이의 相關(線形) 關係를 알아보기 위하여, 假說 $Ho:\rho=o$을 세우고 각 處理組合에 대해 SPSS / PC+ 를 이용하여 相關 分析을 행

〔표 1〕 각 처리 조합에의 회상확률과 반응시간의 상관계수

유지시간 / 문자의수	2	6	10	14	18
4	-.2364	-.4913*	-.5170*	-.6806**	-.8729**
5	-.4842*	-.6315**	-.6545**	-.6549**	-.6215**
6	-.5044*	-.5012*	-.6345**	-.5235*	-.6101**
7	-.5892**	-.5132*	-.6338**	-.4892*	-.5941**
8	-.6324**	-.5845**	-.4350*	-.5957**	-.6673**

* Sig. at 0.01 ** Sig. at0.001

〔표 2〕 각 처리 조합에의 회상확률과 작업완료시간의 상관계수

유지시간 / 문자의수	2	6	10	14	18
4	-.3795	-.4676*	-.4319*	-.5990**	-.7655**
5	-.4643*	-.5013*	-.4978*	-.5120*	-.4925*
6	-.3984	-.4988	-.5301*	-.5213*	-.4512*
7	-.3124	-.3899	-.4789*	-.4315*	-.5861**
8	-.4315*	-.3868	-.4453*	-.4417*	-.5973**

- * Sig. at 0.01 ** sig. at0.001

하였다. 분석 결과, 거의 모든 조건하에서 유의한 결과를 보였다. (표 2)

4. 결론 및 고찰

이상의 연구로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 短期 記憶으로부터의 情報 回想에서 情報의 損失은 提示되는 情報量과 情報 維持 時間의 增加에 따라 커졌으며, 情報 維持 時間에 따른 정보의 消滅現象은 제시되는 情報量이 많을 때 더욱 뚜렷하였다.

둘째, 情報量과 情報 維持 時間의 增加에 따라, 情報 傳達에 대한 피실험자의 反應 時間은 相對的으로 길어졌고, 두 要因의 相互作用은 存在하지 않았다. 反應 時間이 중요한 要因인 作業에서 제시되는 情報量이 많아지고 情報의 維持 時間이 길어질수록 늦은 反應에 의한 事故 可能性은 增加할 것이다. 이는 緊扱狀況(emergency situation)에서 短期 記憶에 미치는 情報 負荷를 작게 하고, 情報의 維持 時間을 짧게 設計해야 함을 제시한다.

셋째, 情報 維持 時間의 增加는 情報 傳達에 대한 完了 時間을 增加시켰다. 즉, 제시된 정보를 오랫동안 維持하도록 要求함은 그 정보의 回想 要求(Demand) 時, 情報 傳達을 完了하는데 상대적으로 오랜 시간을 消費한다.

넷째, 回想 確率과 反應 時間, 그리고 회상확률과 作業 完了 時間 사이에는 대체적으로 反比例 關係가 존재하였다. 즉, 피실험자가 정보를 正確하게 記憶하고 있을수록 情報 傳達에 대한 作業 遂行 時間은 짧아진다.

本 硏究는 人間-機械 體系의 設計, 通信 體系의 設計및 그외의 情報를 要하는 作業등의 設計에 도움을 주고 자, 인간의 短期 記憶을 要하는 作業에서 要因의 變化에 따른 作業 遂行度의 變化와 그 關係등을 밝히는데 주력하였다.

그러나 본 연구는 위의 결과들을 수식적으로 나타낼 수 있는 모형의 추정에 대한 필요성을 제시하고, 이러한 추정모형의 타당성 및 결정계수(R^2)등을 높이기 위해서는 다양하고 많은 피실험자의 선택, 요인의 실험 범위 확장등이 필요할 것이다.

參考文獻

[1] Brown,J., "Some tests of the decay theory of immediate memory", Quarterly J. of Experimental Psychology, Vol. 10, 1958, pp12-21.

[2] Card, S.K., Moran, T. P. and Newel, A., The Psychology of Human-Computer Interaction, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey, 1983.

[3] Crowder, R. G., Principles of Learning and Memory, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 1976.

[4] Hick W., "On the rate of gain of information", Quarterly J. of Experimental Psychology, Vol. 4, No. 1, 1952, pp11-26.

[5] Hilgendorf,L., "Information input and response time", Ergonomics, Vol. 9, No. 1, 1966, 31-37

[6] Kantowitz, B. and Sokin, R., Human Factors, John Wiley & Sons, New York, 1983.

[7] Miller,G., "The magical number seven, plus or minus two:some limits on our capacity for processing information", Psychological Review Vol. 63, No. 2, 1956, pp81-97.

[8] Park K.S., Human Reliability, Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Torkyo, 1987.

[9] Peterson, L.R. and Peterson, M. J., "Short-term retention visual verbal items", J. of Experimental Psychology, Vol. 58, 1959 pp193-198.

[10] Solso, R.L., Cognitive Psychology, Harcourt Brace Jovanovich, Inc., New York, 1979.

[11] Yaniv, I. and Meyer, D. E., "Activation and metacognition of inaccessible stored information : Potential bases for incubation effects in problem solving" J. of Experimentasl Psychology, Vol. 11, No,2. 1987, pp187-205.

[12] 박경수, 인간공학, 영지문화사, 1980.