국내 팩시밀리의 전송시간에 대한 고찰
(A Study on Transmission Time of Facsimile)

박 승 근*
(S. K. Park)

본 연구에서는 공중교환전화망(PSTN)과 접속되는 그룹 3(G3) 팩시밀리에 화상 2장(CCITT 표준 시험 도표 No. 2, No. 3)을 전송한 자료로부터 국내 팩시밀리의 전송시간에 영향을 주는 요인과 전송시간을 분석하였다. 그리고 수집된 팩시밀리의 전송시간 자료를 그룹화함으로써 간접적으로 국내 화상전송 선로상태가 9600bps 전송속도를 만족시킨다는 것을 확인하였다.

I. 서 론

일반적으로 공중교환전화망(PSTN)에 접속되는 음성전송의 단말장치는 화상전송의 단말장치에 비해 전송방식과 기능이 간단하므로 음성전송은 상대적으로 단말장치보다는 망의 특성에 크게 의존하지만 화상전송은 망의 특성에 못지 않게 단말장치의 기능에 크게 의존한다. 따라서 공중교환전화망(PSTN)을 이용하는 그룹 3(G3) 팩시밀리에 화상 2장(CCITT 표준 시험 도표 No. 2, No. 3)을 전송한 시간은 전화망의 교환기종, 링크수와 팩시밀리 자체내의 부호화방식에 의존한다. 교환기종으로는 TDX-1B, TDX-10, AXE-10, NO. 5 등이 있으며 시내망 링크수는 1 이거나 2이고 시외망 링크수는 3 혹은 4이다. 또한 모뎀기능이 동일한 팩시밀리 기종에서 전송시간에 크게 영향을 미치는 것은 부호화방식이며, 그 종류에는 MH (Modified Huffman), MR(Modified Read), MMR(Modified Modified Read) 등이 있다.

그룹 3(G3) 팩시밀리는 속도변환(fall back) 기능을 가지고 있어서 선로상태에 따라 9600bps, 7200bps, 4800bps, 2400bps로 전송속도가 변하므로 화상전송시간을 그룹화함으로써 국내 화상전송 선로상태를 간접적으로 추정할 수 있다. 그리고 7200bps로 변화하기 직전의 9600bps 화상이 7200bps로 전송한 화상보다 품질이 나쁘기 때문

* 기술기준연구실 연구원

에 전송속도가 다른 상태에서 전송된 화상으로 팩시밀리 품질에 대한 MOS(Mean Opinion Score) 평가는 할 수 없다. 따라서 MOS 평가를 하기 위한 화상을 샘플링 할 때에는 화상전송시간에 대한 계층화가 필요하다. 본 고에서는 국내 팩시밀리의 전송시간을 분석하고 이에 영향을 미치는 요인을 조사하였다.

II. 자료 수집

국내 팩시밀리 품질에 대한 MOS 평가를 하기 위한 1차 자료수집(1993.7.26.-1993.8.30.)은 위탁과제 수행 기관인 군산대학이 위치한 군산을 중심으로 서울, 광주, 대구, 대전, 이리 등지에서 실시하였다. 그러나 1차 자료는 지역적으로 편중되어 있고, 군산에서 각 도시 별로 송신만 하였으므로 추가적인 자료수집이 필요하였다. 2차 자료수집(1993.9.12.- 1993.9.16.)은 대전, 서울, 대구, 울산, 창원간에서 화상 2장을 송수신하였다. 그리고 시내망과 시외망의 팩시밀리 전송시간을 보다 정확하게 조사하기 위하여 대전을 중심으로 충남, 조치원, 서울 등에서 3차 자료수집(1993.10.23. - 1993. 10.26.)을 하였다.

1. 1차 화상자료에 대한 정리

〈표 1〉은 군산을 중심으로 서울, 광주, 대구, 대전, 이리로 송신한 전송시간의 기초통계량을 나타내고 있다. 군산에서 이리로 전송한 시간평균이 다른 도시들보다 길므로 그 차이는 팩시밀리 기종간의 기능차이라고 생각된다. 따라서 팩시밀리를 고정시킨 후 얻은 전송시간에 관한 자료로부터 링크 수에 따른 전송시간차이를 검정할 필요가 있다.

〈표 1〉 1차 화상자료의 기초통계량

수신도시	총시도수	평 균	표준편차	중위수
서 울	35	153.54	0.474	154.0
광 주	35	153.07	1.232	152.0
대 구	35	159.60	3.328	152.0
대 전	35	174.00	4.698	179.5
이 리	35	183.10	3.219	179.0

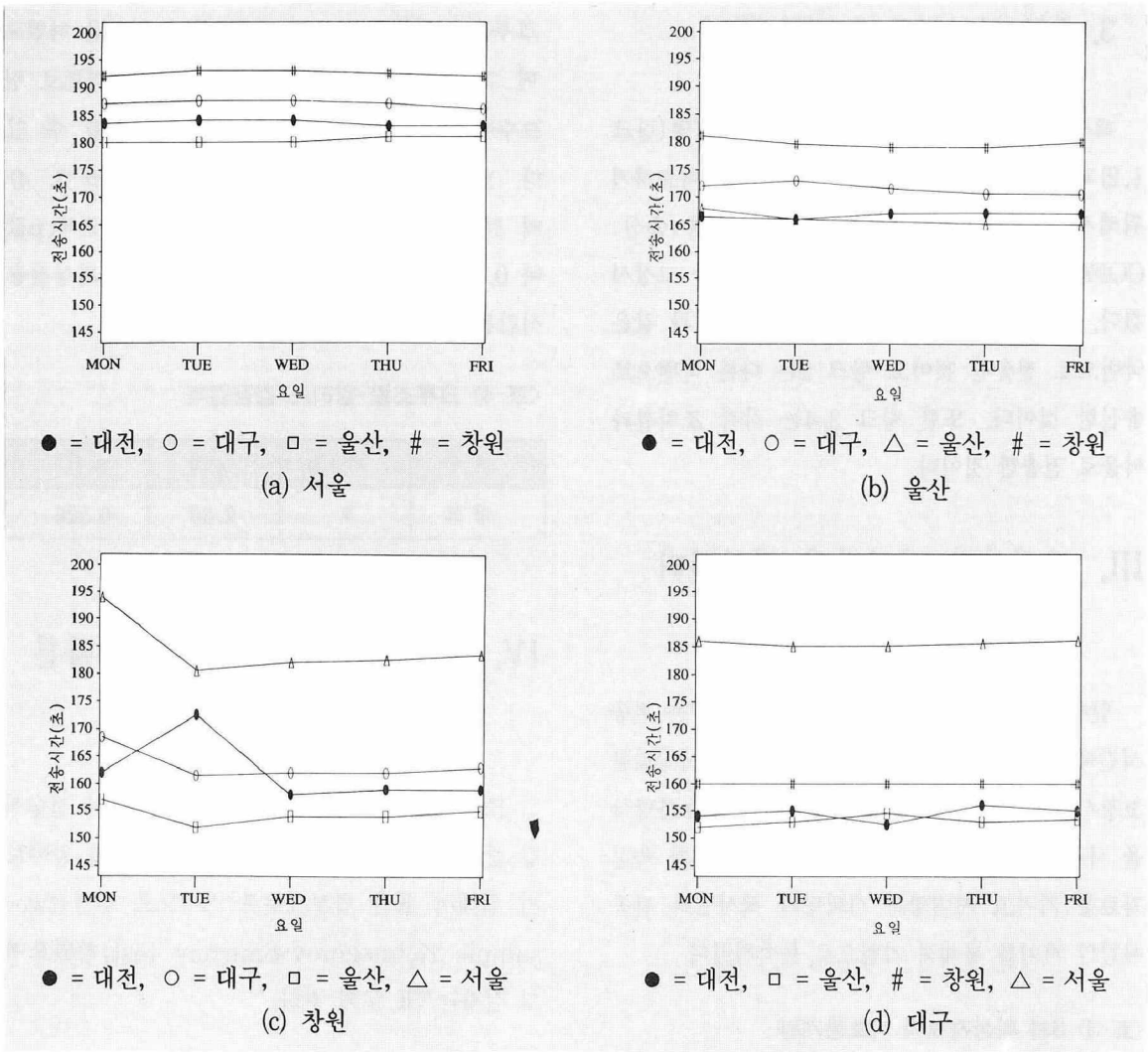
2. 2차 화상자료에 대한 정리

2차 자료는 매일 09시부터 21시까지의 시간을 세시간 간격의 네 그룹으로 나누었다. 각 그룹은 45분 간격으로, 한 도시에서 순차적으로 다른 도시로 화상을 전송하였다. 이러한 자료로부터 busy 시간(09시-12시, 18시-21시)과 nonbusy 시간(12시-18시)으로 구별된 화상 1013개를 얻었다.

〈표 2〉 송수신 도시별 화상전송도수

송신 / 수신	서울	대전	대구	울산	창원
서울	-	14	60	60	60
대전	60	-	60	60	60
대구	60	13	-	60	60
울산	60	14	60	-	60
창원	60	12	60	60	-

〈표 2〉는 서울, 대전, 대구, 울산, 창원으로 송수신한 링크 4의 화상 도수를 나타내고 있으며, 2차 화상자료의 전체 전송 실패율은 9.87% (100/1013)이다.



(그림 1) 화상전송시간의 도시별 요일별 중위수

(그림 1)은 송신도시를 중심으로 각 수신측 도시에 전송한 시간을 중위수로 대표하여 요일별로 나타내고 있는데, 요일 전송시간의 중위수는 안정적이다. 그러므로 전송시간에 대한 요일별 영향은 없다고 결론지을 수 있다. 울산에서 송신한 전송시간의 중위수를 제외하면 서울과 송수신한 전송시간의 중위수는 대체적으로 다른 도시의 중위수보다 크다. 그 이유로 생각할 수 있는 것은 팩시밀리의 부호화방식인데, 서울과 송수신한 부호화 방식은 MH이고 울산에서 송신한 자료를 제외한 나머지는 MR이다. 그런데 울산에서 송신한 자료로부터는 부호화 방식을 알 수가 없기 때문에, 부호화방식에 따른 전송시간 분석에서는 울산에서 송신한 자료는 제외하였다.

3. 3차 화상자료에 대한 정리

팩시밀리 기능차이를 배제한 후, 시내망(링크 1,2)과 시외망(링크 3,4)의 전송시간을 비교하기 위해서 수집한 3차 자료는 송수신 기종(송신: COFAX 1600, 수신:COFAX 2300M)을 고정시켰다. 링크 1은 대전 시내에서 송신 국번과 같은 국번으로 전송한 것이고 링크 2는 다른 국번으로 송신한 것이다. 또한 링크 3,4는 각각 조치원과 서울로 전송한 것이다.

III. 시내망과 시외망의 팩시밀리 전송시간 분석

앞에서 언급한 바와 같이 팩시밀리 기종은 전송시간에 많은 영향을 끼치므로 송수신 팩시밀리를 고정시키고 CCITT에서 권고한 MH 부호화방식을 사용하여 각 링크별로 화상을 전송한 3차 측정자료를 가지고 시내망과 시외망의 팩시밀리 전송시간의 차이를 통계적 기법으로 분석하였다.

〈표 3〉 3차 화상자료의 기초통계량

링크(수신도시)	도수	평 균	표준편차	중위수
1(대전)	15	199.53	0.550	199
2(대전)	14	200.00	0.491	200
3(충남조치원)	7	199.57	0.685	199
4(서울)	10	198.60	0.933	199

〈표 3〉을 보면 각 링크별로 평균값과 중위수의 차이가 없음을 알 수 있지만 보다 정확한 비교분석을 위해서 분포무관(distribution-free) 방법인 크루스칼-왈리스(Kruskal-Wallis) 검정을 하였으며 그 결과는 〈표 4〉에 정리되었다. 그러므로 링크수에 따른 전송시간차이는 없다고 말할 수 있다. 또한 시내망(링크 1,2)과 시외망(링크 3, 4)의 전송시간에 대한 윌콕슨 순위합 검정결과, p값이 0.344이므로 시내/시외망의 팩시밀리 화상전송시간은 차이가 없다.

〈표 4〉 크루스칼-왈리스 검정결과

변 수	자유도	χ^2 값	p 값
링 크	3	2.23	0.526

IV. 팩시밀리 부호화 방식에 따른 전송시간 분석

1차 자료의 전송시간분포와 2차 자료의 전송시간 분포가 서로 동일한 분포를 가지는가를 알아보기 위해서 표본 콜모고로프-스미노프 검정(two-sample Kolmogorov-Smirnov test)하였으며 그 결과는 〈표 5〉와 같다.

〈표 5〉 Kolmogorov-Smirnov two-Sample Test (Asymptotic)

통 계 량	p 값
KSa = 6.35608	0.0001

이표본 콜모고로프-스미노프 검정의 p값이 0.01보다 작으므로 두 분포가 같다는 귀무가설을 기각하게 되어 두 분포는 서로 동일한 분포가 아니다. 따라서 1차 자료와 2차 자료에 대한 전송시간의

통계적 분석은 구별되어야 하므로 1차 자료보다 관측수가 많은 2차 자료를 이용하여 부호화방식으로 팩시밀리 기능에 따른 전송시간을 분석하였다.

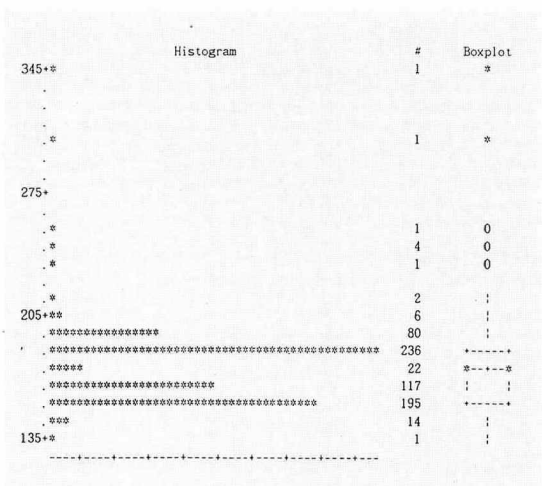
2차 자료에 대한 기초통계량과 정규성검정(normality test)은 〈표 6〉과 같다.

〈표 6〉 2차 자료의 기초통계량과 정규성검정

평 균	표준편차	중위수	W 통계량	p값
173.04	18.65	175	0.85	0.0001

〈표 6〉에서 정규성을 검정하는 샤피로-윌크(Shapiro-Wilk) 검정의 p값이 0.05보다 작으므로 2차 자료는 정규분포를 따른다고 할 수 없다.

(그림 2)를 보면 히스토그램이 쌍봉의 형태로 나타나고 있는데, 분석결과 전송시간 분포가 부호화 방식(MR, MH)으로 구별된다. 이러한 2차 화상자료는 부호화방식에 따른 전송시간의 빈도수, 전송 속도별(9600bps, 7200bps, 4800bps, 2400bps) 빈도수, 기초통계량, 그리고 히스토그램과 상자그림으로 정리하였다.

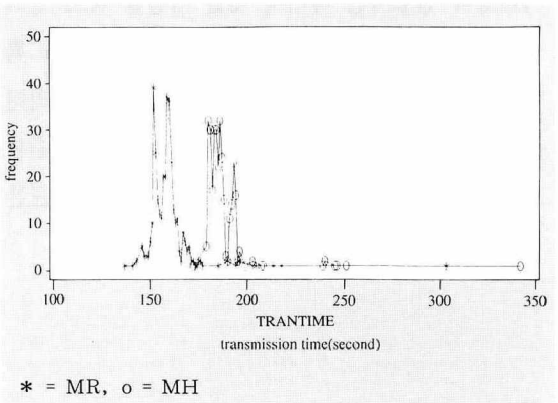


(그림 2) 2차 자료에 대한 히스토그램과 상자그림

〈표 7〉은 (그림 3)으로부터 화상전송시간의 그룹화로 간접적으로 모뎀통신속도별 도수를 구한 것으로 부호화방식에 상관없이 대부분이 9600bps 통신속도로 전송된다는 사실을 나타내고 있다. 그러므로 간접적으로 국내 팩시밀리 전송선로는 만족스러운 상태라고 볼 수 있다.

〈표 7〉 부호화방식에 따른 빈도수

부호화방식	9600bps	7200bps	4800bps-2400bps
MR	344	11	1
MH	318	6	1



(그림3) 부호화 방식에 의한 빈도수

〈표 8〉은 부호화 방식에 따른 전송시간을 나타내고 있는데, 윌콕슨 순위합 검증으로 부호화 방식의 전송 시간 차이를 검정한 결과 p값이 0.01보다 작으므로 MR과 MH 전송 시간은 다르다.

〈표 8〉 부호화방식에 따른 기초통계량

부호화방식	관측수	평 균	표준편차	중위수	최소값	최대값
MR	356	159.7	12.24	159	137	303
MH	325	187.6	12.65	185	172	342

전송시간 차이를 핫지스-레만 이표본 추정량(Hodges Lehmann two-sample estimator)으로 추정한 값은 28초이다.

V. 결 론

1차, 2차, 3차 자료수집을 통하여 국내 팩시밀리의 전송시간에 영향을 주는 요인과 전송시간을 분석하여 보았다. 1차 측정자료로 부터 링크수에 따른 전송시간 차이에 대한 검정의 필요성을 알 수가 있었다. 따라서 3차 측정자료로 시내망과 시외망의 전송시간 차이에 대한 검정을 하여 링크수가 전송시간에 영향을 주지 않는다는 사실을 확인하였다. 2차 자료에서는 전송시간이 팩시밀리의 부호화 기능에 크게 의존한다는 것을 윌콕슨 순위합으로 검정하였다. 그리고 핫지스-레만 이표본 추정량으로, 부호화 방식에 따른 전송시간의 중위수 차이를 28초로 추정하였다. 또한 빈도수를 통한 전송시간의 그룹화로 간접적으로 선로상태가 대부분 9600bps 통신속도를 만족시킨다는 것을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

〔1〕 송문섭, 박창순, *비모수통계학개론*, 자유아카데미, 1989, pp. 50~127.

〔2〕 SAS Institute, *SAS/STAT User's Guide*, SAS, 1992.

〔3〕 권세혁, 황건 , "팩시밀리 화상품질 측정에 관한 연구," *전자통신동향분석*, 제9권 1호,- 1994. 4.

〔4〕 CCITT, Recommendation T.21, *Standardized test charts for facsimile transmissions*, 1988.

〔5〕 K.R. McConnell, D. Bodson, R. Schaphorst, *FAX: Digital facsimile technology & applications*, 1989.