

이동전화의 통화품질 평가법에 관한 연구

* 조승표, 이정환, 박승영, 방만환

목포대학교 전자공학과

A Study on the Evaluation Method of Speech Quality in Mobile Communication

S.P. Cho, L.C. Whan, S.Y. Park, M.W. Bang

Dept. of Electronic Engineering, Mokpo National University

Abstract

In this paper, we examine the method of articulation test which is effective in evaluating the speech quality in mobile communication. The Korean monosyllable lists for articulation test are developed based upon the frequency of occurrence of Korean monosyllables used under natural environment. The monosyllable articulation lists are recorded through the public switch telecommunication network (PSTN) and mobile telecommunication system. The recorded lists are presented to the listeners through the headphone in order to keep the listening conditions equal.

It is shown that the articulation lists perform well under different signal-to-noise ratios and the restriction of some frequency ranges. Some articulation scores obtained within the PSTN and between the mobile communication system and PSTN are presented.

I. 서론

정보화 사회의 진전에 따라 인간의 활동반경은 더욱 증가하고 있으며, 경제적 사회적 활동이 활발해짐에 따라 신속, 정확하고 편리한 정보의 교환수단이 필요하게 되었다. 이에 따라 무선통신을 간간으로하는 이동전화에 대한 편리성이 급속히 확산 보급되어 이동전화의 대중화 시대에 접어들게 되었다. 이동전화 가입자가 증가함에 따라 보다 쾌적한 통화의 실현과 새로운 서비스의 제공등 기능향상과 품질향상에 대한 요구가 점차 증대되고 있다. 따라서 이동전화 가입자들의 통화품질 향상에 대한 요구를 수렴하고 조사 분석하여 통신품질 설계에 반영하여야 할 필요성이 대두되고 있어, 이동전화의 통화품질 평가법 및 기술기준을 시급히 제정할 필요가 있다.

본 논문에서는 이동전화의 통화품질 평가에 적합한 명료도 평가법에 대하여 논하였다. 그리고 일상생활에서 사용하는 우리말의 단음절 빈도수를 조사하여 이동전화의 명료도를 평가하기 위한 무의미 단음절 명료도 평가목록을 개발 하였으며, 개발된 단음절 목록에 대해 S/N비의 변화와 주파수 대역의 제한에 따른 명료도 시험을 하여 목록의 타당성에 대한 실험을 하였다. 또한 실험실 환경에서 Fukudome법에 의한 명료도 시험을 하였으며, 고정전화망(PSTN)간의 명료도 시험 및 고정전화망과 이동전화망간의 명료도 시험을 수행 하여 명료도 시험 결과를 분석하였다.

II. 통화품질 평가척도

통화품질이란 송·수화자의 능력(청려도)이나 통화환경(주위 소음등)의 영향을 포함시켜 송화자의 입으로부터 수화자의 귀에 이르기까지의 통신계에서 "통화의 쾌적함"을 청량적으로 평가한 것이다. 일반적으로 음성통신계에서 통화품질을 평가하는 평가척도로는 라우트니스, 명료도, 자연성 등이 있다.

라우트니스는 통화음장에 착안한 것으로서 고정전화망과 같은 비교적 고품질의 통신계 평가에 적합하다. 그러나 이동전화망에서는 무선구간의 다중통로·페이딩 현상으로 인한 시간적으로 변하는 열잡음등의 영향으로 음량정격을 적용할 수 없다. 따라서 통화품질의 평가척도를 선정하는데 있어서는 반드시 통신계 고유의 환경과 전송도특성 등을 고려하여 평가척도를 선정해야 한다. 특히 자동화전화나 개인휴대전화와 같이 무선구간을 이용하는 경우에는 시스템의 경제성이나 주파수의 효율적인 활용을 위해 무선구간의 열잡음이나 동일체널 간섭잡음에 의한 열화를 어느정도 허용해서 설계하게 되므로 고정전화망의 품질에 비해 낮은 품질의 통신계가 된다. 통화의 요해성에 착안한 단음절 명료도 평가법은 무선구간에서 펄스성 잡음과 같이 순시적으로 변동하는 통화품질 열화요인들을 종합적으로 평가할 수 있는 것으로서 육상 이동통신에 적합한 통화품질 평가척도이다.

이동전화의 통화품질 평가법으로 본 논문에서 사용한 명료

도 시험은 음성품질에 대하여 사람의 지각과 반응에 근거를 둔 주관적 측정방법으로서 송화자로부터 전송된 총 음성단위에 대해 수화자가 정확히 청취한 음성단위의 비율을 측정하는 시험이다. 명료도 시험을 위한 음성단위는 음소, 단음절, 단어 또는 문장 등이 될 수 있으나 본 연구에서는 무의미 단음절을 사용하여 주관 시험에서 발생하는 의미와 연합된 기억효과에 의한 명료도 시험결과에의 오차를 제거 하였다.

III. 단음절 목록의 선정과 타당성에 대한 실험

1. 단음절 목록의 선정

명료도 시험을 위한 단음절 목록을 작성하기 위해 우리말 표준 단음절 목록(총 단음절1792字)에 대한 일반 문어체와 구어체에 나타난 빈도수를 조사하여 비교 및 검토를 하였다. 그리고 일상생활에서 사용되고 있는 단음절을 조사하기 위해 TV, 라디오 방송의 뉴스, 드라마, 해설 등의 구어체와 신문, 잡지 등의 문어체를 3일간격으로 조사하여 약 6만자를 선정된 단음절의 빈도수를 조사하여 사용 빈도수가 높은 단음절들을 임의로 선정하였다. 선정된 단음절 목록은 <표1>과 같다

<표1> 단음절 명료도 평가목록

	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
1	갑	학	반	질	갑	26	저	리	준	바
2	짜	죽	모	영	관	27	형	희	배	송
3	음	지	크	산	본	28	보	희	배	너
4	빈	열	모	만	총	29	동	충	충	남
5	호	문	크	영	만	30	리	충	충	영
6	년	서	원	평	배	31	민	연	연	현
7	하	락	원	만	취	32	관	원	원	지
8	방	회	준	부	쉬	33	결	원	원	속
9	방	화	공	하	되	34	의	원	원	현
10	찬	찬	매	하	끝	35	품	원	원	쉬
11	걸	한	소	하	넬	36	출	내	고	슬
12	간	심	미	연	담	37	발	내	공	브
13	잡	계	타	연	김	38	출	내	송	트
14	박	증	단	안	지	39	내	출	최	인
15	유	환	연	산	유	40	출	원	도	수
16	병	어	연	피	고	41	생	의	람	빌
17	장	유	연	파	교	42	의	의	골	나
18	업	염	연	미	강	43	안	의	민	타
19	출	중	키	관	문	44	중	의	년	림
20	년	체	원	관	중	45	진	의	회	크
21	도	평	사	관	문	46	음	의	법	별
22	합	민	공	사	주	47	원	의	연	산
23	편	회	회	회	협	48	원	의	현	술
24	연	회	회	회	학	49	원	의	현	술
25	년	민	회	회	적	50	원	의	현	술

2. 단음절 목록의 타당성에 대한 실험

가. S/N비의 변화에 따른 명료도 시험

S/N비를 15[dBA], 10[dBA], 5[dBA], 0[dBA], -5[dBA], -10[dBA], -15[dBA]로 변화시켜 DAT에 재녹음한 뒤에 3명의 피험자가 모노(Mono) 헤드폰을 사용하여 청취실험을 하였다. 시험결과를 <표2>에 나타냈다.

<표2> 전 피험자에 대한 목록간의 명료도

S/N [dBA]		15	10	5	0	-5	-10	-15
목록1	피험자1	88	86	76	59	57	43	38
	피험자2	89	84	76	67	61	41	35
	피험자3	90	84	78	69	60	44	34
	평균	89.0	84.6	76.6	65.0	59.3	42.6	35.6
목록2	피험자1	90	76	68	54	47	35	25
	피험자2	91	83	75	58	50	38	17
	피험자3	94	83	80	62	54	32	29
	평균	91.6	80.6	74.3	58.0	50.3	35.0	23.6
목록3	피험자1	91	78	68	58	56	35	25
	피험자2	94	78	68	57	57	43	25
	피험자3	94	81	69	52	56	33	38
	평균	93.0	79.0	68.3	55.6	56.3	37.0	29.3
목록4	피험자1	94	88	76	58	56	46	24
	피험자2	95	83	75	72	57	47	26
	피험자3	92	86	77	59	61	40	36
	평균	93.6	85.6	76.0	63.0	58.0	44.3	28.6
목록5	피험자1	87	77	70	55	49	31	22
	피험자2	86	86	71	60	40	38	25
	피험자3	92	81	72	56	45	48	19
	평균	88.3	81.3	71.0	67.3	44.6	39.0	22.0

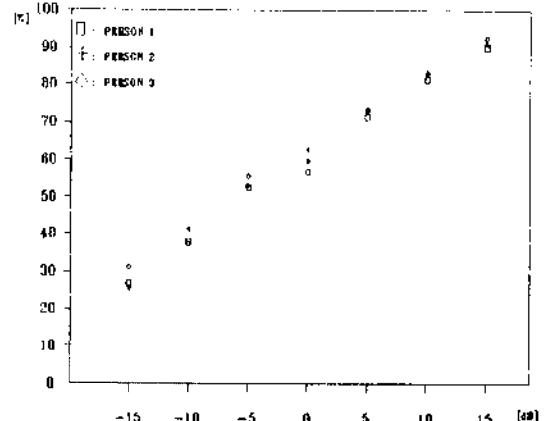


그림1. S/N비 변화에 따른 각 피험자간의 명료도

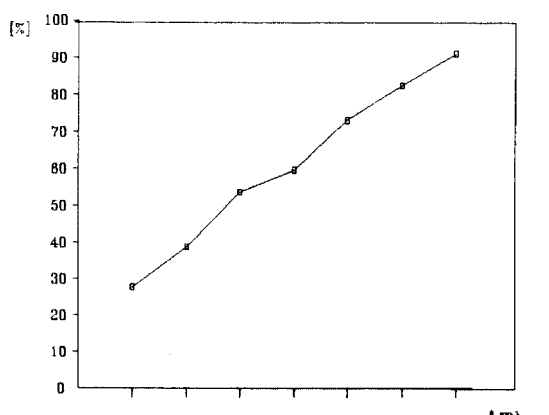


그림2. S/N비의 변화에 따른 전 목록에 대한 명료도

이동전화의 통화품질 평가법에 관한 연구

그림1은 S/N비 변화에 따른 각 피험자의 개인성에 큰 차이가 없음을 보여 주고 있으며, 그림2는 전 피험자와 전 목록을 대상으로 한 응답물로 S/N비의 변화에 따른 명료도값을 나타내고 있는데 문헌[4]의 일반적 경향과 유사하다.

나. 주파수 대역제한에 따른 명료도 시험

주파수 대역에 따른 명료도를 평가하기 위하여 고역통과필터의 차단주파수를 70, 150, 300, 600[Hz]로 설정하고 저역통과필터의 차단주파수는 3.4, 4.5, 9, 11[KHz]로 설정하여 목록을 재녹음시킨 뒤에 명료도 시험을 하였다. 시험결과는 표<3>~<4>에 나타냈다.

<표3> 고역통과필터의 대역제한에 따른 명료도

차단주파수[Hz]		70	150	300	600
목록1	피험자1	96	94	94	92
	피험자2	94	95	93	92
	피험자3	94	95	92	93
	평균	94.6	94.6	93.0	92.3
목록2	피험자1	94	94	93	93
	피험자2	92	92	92	91
	피험자3	94	96	96	95
	평균	93.3	94.0	93.6	93.0
목록3	피험자1	91	92	92	91
	피험자2	94	93	95	92
	피험자3	92	90	92	91
	평균	92.3	91.6	93.0	91.3
목록4	피험자1	96	96	96	96
	피험자2	97	95	94	94
	피험자3	96	94	95	93
	평균	96.3	95.0	95.0	94.3
목록5	피험자1	89	87	86	86
	피험자2	88	88	88	87
	피험자3	91	91	91	89
	평균	89.3	88.6	88.3	87.3

<표4> 저역통과필터의 대역제한에 따른 명료도

차단주파수[KHz]		3.4	4.5	9	11
목록1	피험자1	89	89	93	92
	피험자2	92	91	94	94
	피험자3	91	91	92	92
	평균	90.3	90.3	93.0	92.3
목록2	피험자1	87	89	94	95
	피험자2	89	91	92	94
	피험자3	92	93	95	96
	평균	89.3	91.0	93.6	95.0
목록3	피험자1	91	91	93	93
	피험자2	89	88	93	93
	피험자3	89	90	92	93
	평균	89.6	89.6	92.6	93.0
목록4	피험자1	91	91	96	96
	피험자2	91	92	93	93
	피험자3	93	94	96	95
	평균	91.6	92.3	95.0	94.6
목록5	피험자1	85	86	88	88
	피험자2	88	88	87	88
	피험자3	88	87	89	90
	평균	87.0	87.0	88.0	88.6

그림3~4에 주파수 대역제한에 따른 명료도값의 경향을 나타냈다. 그림4에서 11[KHz]이하에서의 명료도는 문헌[4]의 경우와 유사하게 약간씩 감소함을 볼 수 있다. 실제로 11[KHz]이하에서는 음의 지연성에는 영향을 미치지지만 음의 명료성에는 영향을 크게 미치지 않는다. [7]

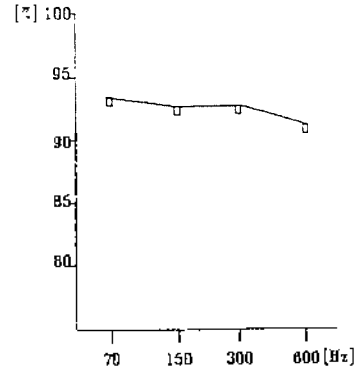


그림3. HPF의 대역제한에 따른 명료도

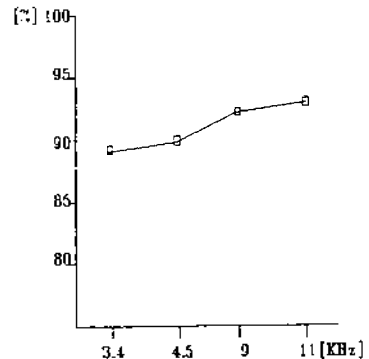


그림4. LPF의 대역제한에 따른 명료도

IV. 명료도 시험 및 고찰

1. 시험 방법

훈련과정을 거쳐 선정된 남녀 발화자에게 다음절 목록에 대해 방음실(외부소음 차음레벨 45dB이상)에서 녹음을 실시하였다. 발화자의 발생음압은 일정한 대화시의 음압수준인 약 65[dBA]를 유지하였다. 녹음은 DAT(Digital Audio Tape)녹음기를 이용하였다. 녹음된 단음절 목록에 대해 훈련된 5명의 청취자가 실험실 환경에서 모노(Mono) 헤드폰을 사용하여 명료도 시험을 하였다. 또한 동일한 청취자가 고정전화망간의 명료도 시험을 하였으며 이동전화의 명료도 시험은 거자국으로부터 10[Km] 지점에서 고정전화망에서 이동전화를 호출하여 단음절을 송신하고 이동전화에서 수신하여 10명의 청취자가 Fukudome법에 의해 명료도 시험을 하였다. 또한 이동전화에서 고정전화망을 호출하여 동일한 방법으로 시험 하였다.

2. 시험 결과

명료도 시험결과를 <표5>~<표9>에 제시하였다. 시험 결과 실험실 환경과 고정전화망간의 명료도값이 20점 가량 차이가 났다. <표7>은 고정전화에서 이동전화를 호출하여 명료도 시험을 한 결과이며, 평균 65.9의 값을 기록하고 있다. 발화자가 여성일때 남성의 경우보다 명료도가 더 높게 나온 이유는 여성이 남성에 비해 목소리의 기본 폴인트 주파수가 높기 때문이며, 소리를 명확히 구분져올 수 있는 성분은 저주파에 비하여 고주파에 포함되는 성분이 크기 때문이다.[7]

<표8>은 이동전화에서 고정전화를 호출하여 명료도 시험을 한 결과이며, 평균 55.2로서 <표7>의 경우 보다 명료도가 10점 가량 낮게 나타났고 발화자가 남성일때 명료도가 더 높게 나왔는데, 이것은 전송신로의 전송특성등에 기인한 것으로 송수신 채널이 2개로 구성되며, 채널의 전파전달 특성이 시간적으로 변화하는등 여러요인이 복합적으로 존재하기 때문으로 생각된다. 따라서 향후 전송품질을 종합적으로 취급하여 해석할 필요가 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 이동전화에서 통화품질을 평가할 수 있는 도구의 개발에 목표를 두고 통화품질을 평가하기 위한 단음절 평가목록을 개발하여 명료도 시험을 하였다. 개발된 단음절 목록의 타당성에 대한 실험을 한 결과 피험자의 개인성에 큰 차이가 나지 않았고 일반적으로 규정하고 있는 단음절 평가목록의 조건과 거의 유사했다. 개발한 단음절 평가목록으로 명료도 시험을 한 결과 실험실 환경과 고정전화망간의 명료도값은 약 20점 가량 차이가 났다. 이는 고정전화망의 전송선로 특성과 사용주파수 대역의 제한 등에 기인한다. 또한, 이동전화망의 명료도값은 평균 60정도 나왔는데 이는 이동전화의 통화품질에서 규정하고 있는 단음명료도 60%이상과 근접한 결과이다.[1]

<표5> 실험실 환경의 명료도 시험결과

	목록1	목록2	목록3	목록4	목록5	평균
평균	93.2	91.6	88.2	96.0	89.2	91.9

<표6> 고정전화 -> 고정전화의 명료도 시험결과

	목록1	목록2	목록3	목록4	목록5	평균
평균	75.7	66.3	69.3	74.8	67.2	70.6

<표7> 고정전화 -> 이동전화의 명료도 시험결과

	목록1	목록2	목록3	목록4	목록5	평균
남자발성	56.6	65.8	62.6	68.2	60.4	63.1
여자발성	71.0	63.8	67.8	74.4	66.4	68.7
평균	63.8	64.8	65.3	71.3	63.4	65.9

<표8> 이동전화 -> 고정전화의 명료도 시험결과

	목록1	목록2	목록3	목록4	목록5	평균
남자발성	63.0	58.2	60.6	62.8	56.4	60.2
여자발성	52.8	54.6	44.8	53.6	45.0	50.2
평균	57.9	56.4	52.7	58.2	50.7	55.2

<표9> 명료도 시험결과 비교

	실험실	고정-고정	고정-이동	이동-고정
평균	91.9	70.6	65.9	55.2

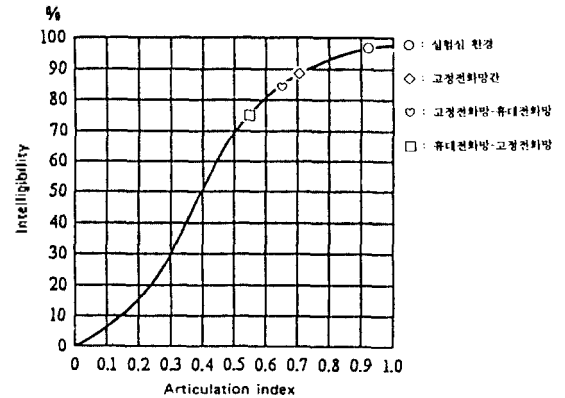


그림5. 명료도지수와 Logatom요해도

참 고 문 헌

- [1] 菅一彦, 石丸薫, 坂本正行, "自動車電話の通話品質" 研究實用化報告 第26 券7號 1977.
- [2] 桑原守二監修, 自動車 電話 電子通信學會編, 1985. 6.
- [3] 三浦禮敏, "電話回線の 許容最大損失とそれに保護され通話品質", 研究實用化 情報 第5巻 第4號, 1956. 4.
- [4] CCITT Green Book, vol.V, Recommendation, pp.74, 89-90
- [5] CCITT Recommendation, "Objective Measurement of Active Speech Level", Vol.V, Rec.P. 56, 110-121, Melbourne, 1988.
- [6] 한국전자통신 연구소, "음성통신계의 전송기준 연구", 1991. 12.
- [7] 한국전자통신 연구소, "통화품질 평가법 및 표준화에 관한 연구", 1989. 12.
- [8] 한국전자통신연구소, "한국어 명료도 평가목록 개발과 그 타당성에 관한 음향학적 연구", 1933. 3