

한글 모오스符號의 改善에 對한 한 方案

A Proposal for Revising Hangeul Morse Code

李 均 夏*

Lee, Kyoon - Ha

요 약

본 연구에서는 현재 사용되는 한글 모오스 부호가 정보이론에 의거한 합리적인 부호가 되지 못한다는 점을 지적하였고 이를 개선하기 위하여 한글의 사용빈도에 대한 통계를 고려한 합리적인 한글 모오스 부호를 제안하였으며 더 나아가서 26개 문자방식을 채택하는 경우가 24개 한글 기본문자만 채택하는 경우에 비하여 정보의 전송속도 면에서 어떠한 영향을 주는가를 검토하였다.

이 결과로 제안된 한글 모오스 부호는 현재 사용되고 있는 한글 모오스 부호보다 부호의 평균 길이를 17% 단축시켰으며 따라서 통신속도가 21% 향상 된다는 결론이 나왔다.

= Abstract =

This paper points out that the current Hangeul Morse Code is not reasonable in view of information theory. Based on the statistics on Hangeul investigated in 1973, this paper proposes a Hangeul Morse Code with care to handling two compound characters as source symbols and considers its effect on transmission speed.

Thus the transmission speed of revised Hangeul Morse Code is improved about 21% with compare to that of current one.

1. 서 론

우리가 일상생활에서 사용하는 문자들은 인간생활에 필요한 정보를 나타내는 도구가 되며 따라서 한 개의 문자가 평균 얼마만큼의 정보를 갖는지를 나타낼 필요가 있으며 정보이론에서는 이것을 entropy라고 부른다.

그런데 24개 기본문자를 사용한 한국어의 entropy가 4.029로서 서구어인 영어의 4.160, 불어의 3.984

독일어의 4.095, 스페인어의 4.015⁽¹⁾와 비교하여 볼 때 거의 비슷한 값임에도 불구하고 현재 국가기술자 격법령 중 각급 전파통신기사의 무선 통신술에 대한 규정⁽³⁾에 의하면 한글의 모오스 부호 통신속도는 서구문에 비하여 15%~20% 느리게 되어 있다.

이 점은 정보이론의 측면에서 볼 때 매우 의심이 되는 부분이었으며 실제로 한글의 사용빈도에 대한 통계조사 결과에 따라 계산을 해 보았다. 그 결과 현재 사용되고 있는 한글 모오스 부호의 평균 부호 길이는 영문의 그것에 비하여 약 15% 정도 긴 것으로

*光云工科大学電子計算學科, 專任講師

나타났다. 즉 entropy가 비슷한 값임에도 불구하고 부호의 평균 길이가 15%정도나 길다는 것은 한마디로 말해서 한글 모오스 부호가 비과학적이었다는 것을 확실히 뒷받침해 주고 있다.

물론 현재의 한글 모오스 부호가 누구에 의하여 어떻게 만들어졌는지 정확한 자료가 밝혀지지는 않고 있지만 이미 많은 사람들의 뇌리에 스며들어 공인되어 있는 부호를 이제 와서 비과학적이라고 개정하는 것을 현명한 일이라고 생각하기에는 의문이 가지만 최소한 어느 부분이 어떻게 비 합리적이며 또 개정을 한다면 어떻게 개정해야 가장 이상적인 부호가 될 지 연구해 볼 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 현재 사용되고 있는 한글 모오스 부호의 문제점들을 분석하였으며 정보이론에 의거한 새로운 부호를 제안하였다.

2. 현재 사용되는 한글 모오스 부호에 대한 문제점

모오스 부호는 단점과 장점의 조합으로 구성되어

있으며 각 문자에 대응하는 부호의 길이가 일정하지 않다. 따라서 사용빈도가 높은 문자에는 짧은 부호를, 사용빈도가 낮은 문자에는 긴 부호를 할당하는 것이 부호의 평균 길이를 단축시키고 통신속도를 높이기 된다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다.

그러나 한글의 모 오 스 부호 할당은⁽³⁾표 1에서 보이는 바와 같이 사용빈도에 의거한 정보이론을 적용한 할당을 무시하였다. 이 표에서 “口”자만 제외한다면 한글 기본문자의 순서와 부호 길이 순서를 같게 하여 놓은 것과 같아서 사용빈도가 높은 문자가 긴 부호에 할당되고 사용빈도가 극히 낮은 문자가 짧은 부호로 할당되는 비합리적인 요소가 다분히 있으므로 부호의 평균 길이가 최소화되지 못하고 따라서 한글로 표시된 정보의 모오스 부호에 의한 통신속도를 저해하고 있다.

표 1은 한글과 영문의 모오스 부호를 비교하기 위해서 만들어졌으며 여기에서 나타난 한글 모오스 부호의 평균 길이는 7.639단점이나 영문부호의 평균 길이는 6.049단점이다. 실제 부호를 전송할 경우에는 부호와 부호 사이에 휴지(休止)가 삽입하게 되며 이

표 1 현재 사용되는 모오스 부호

(가) 한 글						(나) 영 문					
Symbol	Code	Li	Rank	Pi	Pi · Li	Symbol	Code	Li	Rank	Pi	Pi · Li
ㅏ	.	1	2	0.09433	0.09433	E	-	1	1	0.1266	0.1266
ㅑ	--	3	24	0.00267	0.00801	T	---	3	2	0.0978	0.2934
ㅓ	---	3	10	0.04342	0.13025	A	----	5	3	0.0789	0.3945
ㅕ	----	5	17	0.01941	0.09704	O	-----	11	4	0.0776	0.8536
ㅗ	-----	5	9	0.04934	0.24672	I	-----	3	5	0.0706	0.2118
ㅛ	-----	5	23	0.00321	0.01604	N	-----	5	6	0.0705	0.3524
ㅜ	-----	7	15	0.02982	0.20872	S	-----	5	7	0.0631	0.3155
ㅠ	-----	7	25	0.00191	0.01334	R	-----	7	8	0.0595	0.4165
ㅡ	-----	7	7	0.06028	0.42195	H	-----	7	9	0.0574	0.4018
ㅣ	-----	7	4	0.07814	0.54700	L	-----	9	10	0.0394	0.3546
ㅊ	-----	9	5	0.07590	0.68307	D	-----	7	11	0.0389	0.2723
ㅋ	-----	9	3	0.08467	0.76203	U	-----	7	12	0.0280	0.1960
ㆁ	-----	9	11	0.04185	0.37661	C	-----	11	13	0.0268	0.2948
ㆃ	-----	9	6	0.06361	0.57251	F	-----	9	14	0.0255	0.2295
ㆅ	-----	7	14	0.03040	0.21073	M	-----	7	15	0.0243	0.1701
ㆇ	-----	9	16	0.02339	0.21051	W	-----	9	16	0.0215	0.1935
ㆉ	-----	9	8	0.05954	0.53587	Y	-----	13	17	0.0201	0.2613
ㆋ	-----	9	1	0.12302	1.10719	G	-----	9	18	0.0187	0.1683
ㆍ	-----	11	12	0.03279	0.36068	P	-----	11	19	0.0187	0.2057
㆏	-----	11	20	0.00793	0.08721	B	-----	9	20	0.0156	0.1404
㆑	-----	11	26	0.00133	0.01468	V	-----	9	21	0.0102	0.0918
㆓	-----	11	22	0.00470	0.05175	K	-----	9	22	0.0060	0.0540
㆕	-----	11	21	0.00489	0.05380	X	-----	11	23	0.0016	0.0176
㆗	-----	13	13	0.03094	0.40224	J	-----	13	24	0.0010	0.0130
㆙	-----	13	19	0.01597	0.20756	Q	-----	13	25	0.0010	0.0130
㆛	-----	13	18	0.01684	0.21893	Z	-----	11	26	0.0006	0.0066
Entropy =				1.00000	7.63877					0.9999	6.0487
- ΣPi log2 Pi				4.16646						4.16031	

것의 길이는 3단점이 된다. 또 한글의 음절과 음절 사이에는 길이가 5단점인 휴지가 삽입되어 부호와 부호 사이보다 2단점이 더 길게 되며 서구문의 단어와 단어 사이에는 길이가 7단점인 휴지가 삽입되며 이것은 부호와 부호 사이의 휴지보다 4단점이 더 증가하게 된다. 이러한 것들을 고려하면 한글 부호의 평균 길이

$$\bar{L}_k = \bar{L}_c + S_1 + ds/sl \dots\dots\dots (1)$$

이 되며 영문 부호의 평균 길이

$$\bar{L}_e = \bar{L}_c + S_1 + dw/wl \dots\dots\dots (2)$$

이 된다. 여기서 \bar{L}_c 는 부호와 부호 사이의 휴지를 생각하지 않은 경우의 부호의 평균 길이이며 S_1 은 부호와 부호 사이의 휴지의 길이로서 3단점이고 ds 는 한글에서 음절과 음절 사이에 추가로 증가되는 휴지의 길이로서 2단점, sl 은 한글에서 한 음절을 구성하는 평균 문자수, dw 는 영문에서 단어와 단어 사이에 추가로 증가되는 휴지의 길이로서 4단점이며 wl 은 한 단어를 구성하는 평균 문자수이다. 위의 식들에 의하여 계산을 하면 한글 모오스 부호의 평균 길이는 11.419단점이고, 비슷한 entropy를 갖는 영문의 경우는 9.962단점으로 한글의 경우가 영문에 비하여 약15%가 길게 되므로 통신속도는 자연히 떨어지게 된다.

또 표 1에 나타낸 현재의 한글 모오스 부호는 기본문자 24자 이외에 복합모음 “ㄱ”과 “ㅋ”를 설정하여 서구문의 경우와 같이 26개 문자를 기본으로 하였으나 이 경우 “ㄱ”과 “ㅋ”의 부호 길이가 13단점이나 된다. 만일 “ㄱ”을 “가”와 “기”로 분리하여 사용한다면 “가”를 위한 1단점, “기”를 위한 7단점과 부호와 부호 사이의 휴지를 위한 3단점을 모두 합하여 11단점으로 충분할 것이다. “ㅋ”의 사용빈도가 높다는 이유로 “가”와 “기”의 2개의 모음을 복합모음으로 처리하여 하나의 부호로 만든 것까지는 좋았으나 결국은 11단점으로 충분히 전달될 수 있는 정보를 13단점으로 전달하게 하였으니 정보의 전송속도를 오히려 저해한다고 볼 수 있다. “ㅋ”의 경우도 만일 “기”와 “기”로 분리하여 사용한다면 “기”와 똑같은 13단점으로 되어 전송속도를 향상시키지도 못하면서 오히려 수많은 통신사들로 하여금 “가”와 “기” 이외의 부호인 “ㅋ”라는 부호를 하나 더 추가로 위우도록 하는 부담을 주고 있으니 결국 바람직하지 못하다고 하겠다.

이상에서 지적한 바는 한 마디로 현재의 한글 모오스 부호가 비과학적이라고 할 수 있으며 국가기술

자격법령 중 각급 전파통신기사의 무선 통신술에 대한 규정에서 한글의 모오스 부호 통신속도를 한글과 비슷한 entropy를 갖는 영문에 비하여 표 2와 같이 15~20% 느리게 규정한 것은 부호가 비과학적 할당이었다는 사실을 확실히 뒷받침해 주고 있다.

표 2 국가기술 자격법령에 규정한 각급 전파통신기사의 무선 통신술(전신)

	1급	2급
국문(자모음)	100자	85자
구문암어	100자	80자
구문평문	125자	100자

물론 표 1에 나타낸 영문의 경우도 부호할당이 정확히 사용빈도와 일치되지는 않지만 어느 정도는 일치되며 더우기 영문뿐만 아니라 서구문, 공통의 부호라는 점을 생각할 때 영문만을 위한 부호를 따로 할당할 필요성이 없을 것이다.

3. 정보이론에 의한 한글 모오스 부호의 제안

가) 24기본문자만을 사용하는 경우

임의의 정보원에서 S_1, S_2, \dots, S_q 로 표시되는 source symbol을 X_1, X_2, \dots, X_q 로 표시되는 code word로 부호변환하는 경우에서 source symbol들의 출현확률들을 각각 P_1, P_2, \dots, P_q 라 하고 code word의 길이를 각각 l_1, l_2, \dots, l_q 라고 하면 부호의 평균 길이는

$$L = \sum_{i=1}^q P_i l_i$$

로 정의 할 수 있으며 이때 L 을 최소값으로 하기 위해서는 부호의 길이가 짧은 code word들에 대해서 우선으로 출현확률이 큰 source symbol들을 할당하는 것이 바람직하다.⁽²⁾

따라서 부호의 평균 길이가 가장 짧은 한글 모오스 부호를 만들기 위하여 우선 모오스 부호가 될 수 있는 단점 및 장점들의 가능한 조합들을 부호 길이에 따라 짧은 것부터 차례대로 표 3에 나타냈다. 그리고 한글의 사용빈도조사에 따른 출현확률이 제일 큰 기본문자(source symbol)부터 차례로 할당하면 된다.

이렇게 만들어진 표 3의 한글 모오스 부호는 부호와 부호 사이의 휴지를 고려하지 않을 때 평균 길이가 5.404단점으로서 현재 사용되는 부호가 7.639단점인데 비하여 약30%나 단축되어 현저한 개선이 나

표 3 본 논문에서 제안한 한글 모오스 부호
(24기본문자만 사용하는 경우)

Code word	Li	Rank	Symbol	Pi	Pi·Li
-	1	1	ㅇ	0.11911	0.11911
—	3	2	ㅣ	0.10743	0.32228
--	3	3	ㅏ	0.10679	0.32038
---	5	4	ㅑ	0.08198	0.40990
----	5	5	ㅓ	0.07349	0.36743
-----	6	6	ㅕ	0.06159	0.30796
-----	7	7	ㅡ	0.05836	0.40854
-----	8	8	ㅗ	0.05834	0.40840
-----	9	9	ㅛ	0.05765	0.40355
-----	10	10	ㅜ	0.04778	0.33444
-----	11	11	ㅠ	0.04052	0.28361
-----	9	12	ㅟ	0.03175	0.28573
-----	13	13	ㅎ	0.02996	0.26963
-----	14	14	ㅛ	0.02915	0.26233
-----	15	15	ㅜ	0.02887	0.25983
-----	16	16	ㅝ	0.02265	0.20383
-----	17	17	ㅞ	0.01879	0.16913
-----	18	18	ㅟ	0.00768	0.06909
-----	11	19	ㅠ	0.00474	0.05209
-----	20	20	ㅡ	0.00455	0.05010
-----	21	21	ㅢ	0.00311	0.03417
-----	22	22	ㅣ	0.00259	0.02845
-----	23	23	ㅤ	0.00184	0.02029
-----	24	24	ㅥ	0.00129	0.01421
Σ Pi·Li					5.40448

타났음을 쉽게 알 수 있다.

나) 26문자를 사용하는 경우

현재의 한글 모오스 부호가 한글의 기본문자인 24자 이외에 사용빈도가 상당히 높은 복합모음 “ㅞ”와 “ㅟ”를 추가로 사용하고 있는데 그 이유를 밝힐만한 근거자료도 찾을 수 없을 뿐 아니라 이 두 복합모음을 추가함으로써 기대되는 이득도 앞서 검토해 본 바와 같이 나타나지 않고 오히려 정보의 전송속도를 저해할 뿐이다. 그렇지만 현재의 부호가 복합모음 “ㅞ”와 “ㅟ”를 사용하였으므로 새로 제안하는 부호도 이것을 고려해 볼 필요가 있다.

본 연구에서 사용한 통계자료⁽¹⁾에 따르면 24개 기본문자 중 “ㅏ”는 약12%가 모음 “ㅣ”와 어울려서 복합모음 “ㅞ”로 사용되고 있으며 “ㅑ”는 약26%가 모음 “ㅣ”와 어울려서 복합모음 “ㅟ”로 사용된다.

따라서 26문자를 사용하는 경우의 source symbol들의 출현확률 Pi는 표 3에서의 출현확률과는 달리 “ㅏ”, “ㅑ”와 “ㅣ”의 출현확률이 낮아지는 반면 새로운 source symbol “ㅞ”와 “ㅟ”가 나타나게 된다. 이 점을 고려하여 부호를 할당한 것을 표 4에 나타냈다. 표 4를 표 3과 비교해 보면 “ㅏ”, “ㅑ”, “ㅣ”의 출현확률이 낮아지고 새로운 복합모음 “ㅞ”와 “ㅟ”

가 나타난 점을 쉽게 알 수 있다.

표 4에서 나타난 부호의 평균 길이는 5.65 단점으로서 24문자만 사용하는 표 3의 5.404단점에 비하여 약간 길어졌다. 그러나 표 3에서는 “ㅏ”와 “ㅣ” 또는 “ㅑ”와 “ㅣ”의 2부호로 전송해야 하는 정보들을 표 4에서는 “ㅞ” 또는 “ㅟ”와 같은 한 개 부호로 전송하기 때문에 전송해야 할 source symbol들 수효가 감소되어 전송속도가 빨라질 수도 있으며 통계자료⁽¹⁾를 이용하여 계산하면 복합모음 “ㅞ”와 “ㅟ”를 사용할 경우 전송해야 할 source symbol들 수효는 24문자만 사용한 경우에 비하여 0.96823으로 감소된다.

표 4 본 논문에서 제안한 한글 모오스 부호
(26문자를 사용하는 경우)

Code word	Li	Rank	source symbol	Pi	Pi·Li
-	1	1	ㅇ	0.12302	0.12302
—	3	2	ㅏ	0.09433	0.28300
--	3	3	ㅑ	0.08467	0.25401
---	5	4	ㅣ	0.07814	0.39071
----	5	5	ㅓ	0.07590	0.37948
-----	6	6	ㅕ	0.06361	0.31806
-----	7	7	ㅡ	0.06028	0.42195
-----	8	8	ㅗ	0.05954	0.41679
-----	9	9	ㅛ	0.04934	0.34541
-----	10	10	ㅜ	0.04342	0.30391
-----	11	11	ㅠ	0.04185	0.29292
-----	9	12	ㅟ	0.03279	0.29510
-----	13	13	ㅎ	0.03094	0.27847
-----	14	14	ㅛ	0.03010	0.27094
-----	15	15	ㅜ	0.02982	0.26836
-----	16	16	ㅝ	0.02339	0.21051
-----	17	17	ㅞ	0.01941	0.17468
-----	18	18	ㅟ	0.01684	0.15157
-----	11	19	ㅠ	0.01597	0.17563
-----	20	20	ㅡ	0.00793	0.08721
-----	21	21	ㅢ	0.00489	0.05380
-----	22	22	ㅣ	0.00470	0.05175
-----	23	23	ㅤ	0.00321	0.03529
-----	24	24	ㅥ	0.00267	0.02938
-----	25	25	ㅦ	0.00191	0.02101
-----	13	26	ㅧ	0.00133	0.01734
Σ Pi·Li					5.65029

이 점을 고려할 때 부호의 평균 길이의 증가비와 전송해야 할 source symbol의 감소비를 비교함으로써 전체적인 정보의 전송속도가 향상되었는지 또는 저하되었는지를 판단 할 수 있으며 이 점은 뒤의 비교 검토에서 다시 계속하기로 하겠다.

또 표 3과 표 4를 비교해 보면 복합모음 “ㅞ”와 “ㅟ”에 관하여 정보전송속도에 관한 이득과 손실을 따로 계산할 수도 있다. 표 4의 source symbol “ㅞ”

를 전송하는데는 11단점이 필요한데 비하여 표 3의 경우에서는 “ㅏ”를 위한 3단점, “ㅣ”를 위한 3단점과 “ㅑ”와 “ㅣ”사이의 휴지를 위한 3단점을 합하여 모두 9단점으로 충분히 전송이 가능하다. 결국 복합모음 “ㅓ”를 전송하는 것이 “ㅏ”와 “ㅣ”를 따로 전송하는 것보다 2단점이 더 필요하므로 바람직하지 못하다고 할 수 있다.

다음 “ㅕ”의 경우는 표 4에서 9단점이 필요하며 표 3에서는 “ㅑ”를 위한 7단점, “ㅣ”를 위한 3단점과 “ㅑ”와 “ㅣ”사이의 휴지를 위한 3단점을 합하여 13단점이 필요하게 된다. 따라서 “ㅕ”의 경우는 “ㅑ”와 “ㅣ”를 따로 전송하는 것보다 4단점이 단축되어 전송속도의 향상을 나타냈다.

4. 비교검토

현재 사용되는 한글과 영문의 모오스 부호와 본 연구에서 제안한 한글 모오스 부호를 비교 검토하기 위하여 표 5에 그 특징들을 나타냈다.

표 5 현재 사용되는 모오스 부호와 본 연구에서 제안한 부호의 비교

	현재 사용되는 부호		본 연구에서 제안한 부호	
	영문	한글 26자	I 한글 24자	II 한글 26자
\bar{L}_c	6.0487	7.6388	5.4045	5.6503
\bar{L}_E, \bar{L}_K	9.9622	11.4187	9.1956	9.4302
wl, sl	4.379	2.564	2.649	2.564
통신속도	114.6	100	124.2	121.1
R		0.9682	1.0000	0.9682

\bar{L}_c : 부호와 부호 사이의 휴지를 고려하지 않은 경우의 부호의 평균 길이.

\bar{L}_E : 식 (2)에 의한 영문부호의 평균 길이.

\bar{L}_K : 식 (1)에 의한 한글부호의 평균 길이.

wl: 영문에서 한 단어를 구성하는 문자수의 평균값.

sl: 한글에서 한 음절을 구성하는 문자수의 평균값.

통신속도: 현재 사용되는 한글 모오스부호의 통신속도를 100으로 한 경우의 통신속도($11.4187/(\bar{L}_K$ 또는 $\bar{L}_E)$)

R: 한글에서 복합모음 “ㅓ”와 “ㅕ”를 사용함으로써 source symbol이 감소되는율.

이 표에서 제시한 통신속도는 단위 시간당 전송할 수 있는 source symbol수의 비이며 각각 부호의 평균 길이에 반비례한다. 만일 한글로 표시된 일정한 량의 정보를 본 연구에서 제안한 두 가지 방법으로

각각 전송하는 경우 26문자방식은 24문자방식에 비하여 전송해야 할 source symbol의 수효가 R의 비율만큼 감소된다. 따라서 표 5에서 표시한 통신속도의 비교만으로는 두 방식의 전송능력을 비교할 수 없으며 24문자방식에 대한 26문자방식의 통신속도는

$$\frac{9.1956(\bar{L}_K(I))}{9.4302(\bar{L}_K(II)) \times 0.9682(R)} = 1.006$$

로서 26문자방식이 24문자방식에 비하여 부호의 평균 길이는 비록 길지라도 전송해야할 source symbol의 수효가 감소되기 때문에 통신속도가 0.6%정도 향상된다.

5. 결 론

이상과 같이 현재 사용되는 한글 모오스 부호를 한글의 사용빈도에 대한 통계자료와 정보이론에 의거하여 수정 제안함으로써 부호의 평균 길이를 단축시켰고 추가로 복합모음 “ㅓ”, “ㅕ”가 모오스 부호에 의한 정보전송에 미치는 영향을 고려해 본 결과 복합모음 “ㅓ”는 정보의 전송속도를 저해하였으며 복합모음 “ㅕ”는 전송속도를 향상시켰다.

결국 “ㅕ”와 “ㅓ”를 모두 추가하여 26개 문자를 사용한 경우에는 24개 문자만 사용한 경우에 비하여 정보의 전송속도가 0.6%정도 향상된다는 것을 알았으나 만일 한글 모오스 부호를 개정할 경우 0.6%의 전송속도향상을 위해서 수많은 통신사들로 하여금 2개의 복합모음에 해당되는 부호를 의무화 할 필요가 있는지는 의문이 된다.

본 연구에서 제안한 한글 모오스 부호는 24문자방식이든 26문자방식이든 현재 사용되는 한글 모오스 부호에 비해서 정보의 전송속도를 21%이상 향상시키므로 모오스 부호에 의한 한글로 표시된 정보의 전달에 신속을 기할 수 있다.

또 부호의 평균 길이가 서구문의 그것에 비하여 짧으므로 서구문의 통신속도 이상으로 올릴 수 있으며 따라서 국가기술자격법령 중 각급 전파통신기사의 무선 통신술에 대한 규정에 나타낸 한글, 서구문 사이의 통신속도의 차이를 없애고 서구문과 동등한 속도로 통신할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 최홍문, “한국어의 Entropy와 Redundancy에 대한 연구(1)”, 인하대학교 석사학위 청구논문, Dec., 1973.
2. Norman Abramson, “Information theory and coding”, pp. 34~68, Mc Graw Hill, New York, 1963
3. “전파관리법 시행령” 전파과학사, pp. 47~51, pp. 234~235, July, 1970
4. G. A. Barnard III, “Statistical Calculation of Word Entropies for Four Western Languages.”, IEEE Trans. on Information Theory, Vol. IT-1, pp. 49~50, 1955
5. 이수근, 최홍문, 박집, “한글문자의 정보량”, 1973년도 추계 전자학술연구 발표회 논문집, pp. 143~152, 1973
6. 문교부, “우리말에 쓰인 글자의 빈도 조사”, 1956