

유전 알고리즘을 이용한 장애인용 특수자판의 최적화

이화진⁰¹ 박희경² 조유진² 권소영² 장병탁¹ 박승수²

¹서울대학교 컴퓨터공학부

²이화여자대학교 컴퓨터학과

{wjlee⁰¹, btzhang¹}@bi.snu.kr, care01@orgio.net², yujinzzang@yahoo.co.kr², oldthing@nownuri.net², sspark@ewha.ac.kr²

Optimization of Keyboard Configuration for the Physically Handicapped

Whajin Lee⁰¹, HeeKyong Park², Eugene Cho², SoYoung Gwon², Byoung-Tak Zhang¹, SeungSoo Park²

School of Computer Science and Engineering, Seoul National University¹

Department of Computer Science and Engineering, Ewha Women's University²

요 약

현재 장애인의 삶의 질을 향상시키고자 노력의 하나로서 장애인을 위한 다양한 정보통신기기들이 개발되고 있다. 그 중에서 지체장애인을 위한 가상자판(virtual keyboard)은 눈동자의 방향에 따라 글자를 입력하는 장치이다. 현재 만들어지는 가상자판은 눈의 피로를 고려하지 않아서 실생활에서 사용하기에 어려운 점이 많다. 본 논문은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 유전 알고리즘(genetic algorithms)을 이용하여 가상자판의 배열을 최적화하는 방법을 제시한다. 실험 결과는 피로도, 이동거리, 글쇠 누르는 횟수에 있어서 전반적으로 좋은 성능을 보이고 있다.

1. 서 론

정보화시대를 살아가고 있는 우리들은 수많은 정보통신기기들을 쉽게 익혀가고 있으며 이용에 있어서 거의 불편함을 느끼지 못한다. 하지만 여러 가지 정책에 있어서 장애인용 정보통신기기들의 개발이 미흡한 실정이다. 이러한 실정에도 불구하고 일부 노력에 의한 성과로 시각장애인에 대하여 점자프린터, 음성합성장치 등의 연구, 청각장애인에 대하여 음량 확대기, 문자통신기 등의 연구가 상당히 진척되어 있다. 그에 비해서 지체장애인을 위한 자판에 대한 연구는 초기 상태이고 다양한 방법이 시도되고 있다.

특히 지체장애인을 위한 자판에 대한 연구 중 가상자판은 눈동자의 방향에 따라 글자를 입력하는 장치이다. 이 장치의 원리는 스크린 상의 가상자판을 보고 눈동자의 상, 하, 좌, 우와 깜박임 등으로 커서의 방향을 입력하는 방법이다. 현재 이러한 방법으로 만들어지고 있는 가상자판은 눈의 피로를 고려하지 않는 경우가 많다. 즉, 기존 자판 배열을 사용할 때는 눈의 피로도에서 효율성이 낮다고 할 수 있다.

본 논문은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 유전 알고리즘(genetic algorithms)[1][2]을 이용하여 가상자판의 배열을 최적화하는 방법을 제시한다. 유전 알고리즘에 있어서 진화의 목적은 기존의 자판으로부터 글쇠 수를 줄여 이동시간을 단축시키는 한편 방향변화를 줄여 피로도를 낮추는 방향으로 자판배열을 구성하는 것이다.

2. 자판의 개발

장애인을 위한 초기 가상자판은 그림 1.1)과 같이

가나다순으로 단순하게 배치한 자판이다. 가상자판은 일반 자판과 같이 손가락의 피로도나 윗글쇠의 사용등을 고려하지 않아도 되므로 단순하게 배치한다. 하지만 안구의 움직임에 따른 피로도나 시간을 전혀 고려하지 않아서 장시간 사용이 어렵다. 이 자판의 글쇠 입력방법은 그림 1.의 진한 글쇠가 현재 선택된 글쇠이고 안구의 움직임에 따라 한 칸씩 이동하게 된다. 원하는 글쇠에 도달하면 입력버튼²⁾을 누른다.



그림 1. 장애인을 위한 초기 가상자판

초기 자판의 가장 큰 문제는 글쇠수가 많아 이동거리가 크다는 것이다. 가상 자판의 경우 일반 자판과 다르게 연타가 속도의 향상을 가지고 오기 때문에 글쇠의 수를 줄이는 것이 좋다. 그림 1. 초기 자판을 개선하여 그림 2.와 같이 자판을 배열하였다. 모음은 천지인 사용했으며 한 글쇠에 2~3개의 문자를 배치함으로써 12개의 글쇠에 한글을 모두 배치하였다. 또한, 글쇠를 다이아몬드형으로 배치함에 따라, 이동거리를 줄일 수 있었다. 초기자판은 가장 먼 글쇠끼리 거리가 최소 13 walk³⁾인

1) (주)엘바이오에서 안경마우스용으로 만들어 놓은 자판 초안임을 밝힌다. 본 연구는 서울대학교 협동과정 의용생체공학전공 김희찬 교수님 연구실의 안경마우스를 지원받아 수행되었다.

2) 예로 물리적 버튼, 눈의 깜빡임 등을 들 수 있다.

반면, 그림 2. 자판 A의 경우에는 3 walk에 도달가능할 수 있게 되었다. 예를 들어 '안' 라는 글씨를 쓴다고 하면 'ㅇㅎ' 글쇠에서 시작하여 '[' 'ㅇ' 입력 → 눈동자 좌를 봄 → '|' 입력 → '.' 입력 → 눈동자 아래를 봄 → 'ㄴ' 입력]의 순으로 쓸 수 있다.

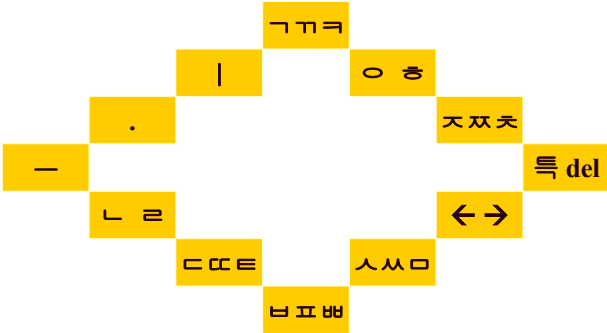


그림 2. 자판 A : 다이아몬드형 배열

더욱 효율적인 입력을 위해 표 2.의 한글 빈도 수 [3]를 고려하여 그림 3.의 자판 B는 배열하였다. 초기에는 세벌식 자판의 개념을 [4] 도입하여 가상자판 위쪽은 초성, 중간은 중성, 아래쪽은 종성을 중심으로 배열하였으나 효율성이 크게 좋아지지 않았다. 다양한 접근 방법 끝에 각 대각선을 연결하여 연이어 쓰는 글쇠들을 배치함으로써 총 walk의 수를 현저하게 줄일 수 있었다. 또한 자주 연타되는 문자에 대해 같은 버튼에 배치하거나 바로 옆 버튼에 배치되도록 하였다 [5].

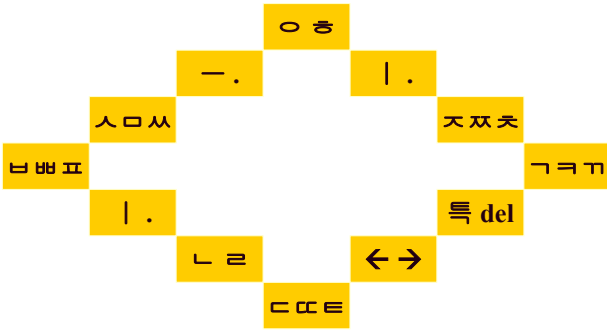


그림 3. 자판 B : 한글 빈도수를 고려한 다이아몬드형 배열

3. 유전알고리즘을 이용한 가상 자판 배열

유전 알고리즘을 이용하여 최적화된 가상 자판의 배열을 찾았다. 한 글쇠 당 두 개에서 세 개의 문자가 들어가는데 공백을 포함하여 3개의 문자가 들어간다고 가정하면 가능한 모델의 개수는 $(3 \times 12)!$ 개가 된다. 그림 4.는 이를 간단하게 도식화한 것이다.

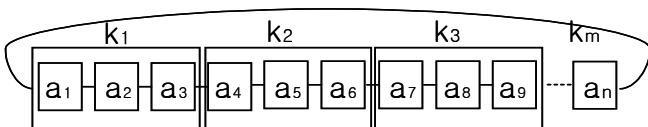


그림 4. 가상자판 도식화

번호	초성	빈도율	중성	빈도율	종성	빈도율
1	ㅇ	9.984	ㅏ	9.649	ㄴ	5.906
2	ㅑ	5.520	ㅣ	7.061	ㄹ	3.850
3	ㅓ	4.232	ㅡ	6.234	ㅈ	2.404
4	ㅕ	3.571	ㅗ	4.882	ㅇ	2.270
5	ㅛ	3.093	ㅜ	4.401	ㅓ	1.823
6	ㅝ	2.934	ㅛ	2.885	ㅏ	1.087
7	ㅎ	2.825	ㅋ	1.712	ㅖ	0.536
8	ㄴ	2.791	ㅑ	1.621	ㅎ	0.265
9	ㅏ	2.019	ㅓ	1.571	ㅑ	0.133
10	ㅖ	1.534	ㅛ	0.775	ㅓ	0.111
11	ㅛ	0.672	ㅑ	0.298	ㅓ	0.088
12	ㅑ	0.371	ㅛ	0.148	ㅓ	0.078
13	ㅓ	0.342	ㅑ	0.148	ㅓ	0.044
14	ㅓ	0.126	ㅓ	0.004	ㅓ	0.001

표 2. 중학교 국어 교과서에서의 자소 빈도수(단위: %)

그림 4.에서 [6] 보는 것 처럼 문자 $a_{3i}, a_{3i+1}, a_{3i+2}$ ($0 \leq i \leq m$)는 해당 글쇠 k_i 에 들어간다. 가상 자판을 만드는 것은 곧 각 글쇠간의 이동거리를 최소화 하는 방향으로 각 a_i 에 문자들을 배열하는 것과 같다고 할 수 있다.

다음과 같은 가정을 바탕으로 각 글쇠간의 이동거리에 관한 가중치 표를 만들었다.

- 가정 1. 첫 글쇠 시작하여 1초에 한번씩 입력 커서가 시계 방향으로 움직인다. 눈동자의 움직임인 상하 좌우 중 하나가 입력으로 들어오면 해당 글쇠로 이동한다.
- 가정 2. 안구의 움직임으로 커서가 이동하고 난 후, 커서의 방향은 큰 원을 그리는 쪽이다.
- 가정 3. 커서는 walk와 피로도⁴⁾를 최소화하는 방향으로 움직이되 walk에 우선 순위를 둔다.

표 2.는 행을 k_i 이라 하고 열을 k_j ($0 \leq i, j \leq m$)라 했을 때 k_i 글쇠에서 k_j 글쇠로 이동하는데 필요한 walk와 피로도를 순서쌍으로 기술하였다. 이 표는 입력 커서가 시계 방향으로 움직일 때의 결과이고 반시계 방향의 경우는 생략하겠다. 음영으로 표시된 원소는 입력 커서의 이동 후 반시계 방향으로 방향이 바뀌는 경우이다.

앞에서 휴리스틱(heuristic)한 방법으로 배열한 자판 A, B를 바탕으로 유전 알고리즘을 이용하여 글쇠를 배열하였다. x 가 임의의 자판이라 하면 적합도 함수는

$$\text{Fitness}(x) = 0.6 \times \text{walk} + \text{피로도} \times 0.3 + \text{글쇠 입력 횟수} \times 0.1$$

으로 정의하였다. 샘플데이터(sample data)는 중학교 교

3) 이동한 글쇠수

4) 방향을 바꾸기 위해 눈동자가 움직인 횟수

과서에 실려있는 본문을 사용하였다.

1) 임의의 k_i 와 k_j ($0 \leq i, j \leq m$) 를 교배하거나 2) k_i 에 해당하는 원소 $a_{3i}, a_{3i+1}, a_{3i+2}$ 중 한 개와 k_j 에 해당하는 원소 $a_{3j}, a_{3j+1}, a_{3j+2}$ ($0 \leq i, j \leq m$)중 한 개를 교배하여 적합도 함수(fitness function)의 값을 구했다.

$k_{i,j}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	(0,0)	(1,0)	(2,0)	(3,0)	(3,1)	(2,1)	(1,1)	(2,1)	(3,1)	(3,1)	(2,1)	(1,1)
1	(1,1)	(0,0)	(1,0)	(2,0)	(2,1)	(1,1)	(2,1)	(2,2)	(3,2)	(3,1)	(2,1)	(1,1)
2	(2,1)	(1,1)	(0,0)	(1,0)	(1,1)	(2,1)	(3,1)	(3,2)	(2,2)	(2,1)	(1,1)	(2,2)
3	(3,1)	(2,1)	(1,1)	(0,0)	(1,0)	(2,0)	(3,0)	(3,1)	(2,2)	(1,1)	(2,1)	(3,1)
4	(3,1)	(2,1)	(1,1)	(1,1)	(0,0)	(1,0)	(2,0)	(2,1)	(1,1)	(2,1)	(2,2)	(3,2)
5	(2,1)	(1,1)	(2,2)	(2,1)	(1,1)	(0,0)	(1,0)	(1,1)	(2,1)	(3,1)	(3,2)	(2,2)
6	(1,1)	(2,1)	(3,1)	(3,1)	(2,1)	(1,1)	(0,0)	(1,0)	(2,0)	(3,0)	(3,1)	(2,2)
7	(2,1)	(2,2)	(3,2)	(3,1)	(2,1)	(1,1)	(1,1)	(0,0)	(1,0)	(2,0)	(2,1)	(1,1)
8	(3,1)	(3,2)	(2,2)	(2,1)	(1,1)	(2,2)	(2,1)	(1,1)	(0,0)	(1,0)	(1,1)	(2,1)
9	(3,0)	(3,1)	(2,1)	(1,1)	(2,1)	(3,1)	(3,1)	(2,1)	(1,1)	(0,0)	(1,0)	(2,0)
10	(2,0)	(2,1)	(1,1)	(2,1)	(2,2)	(3,2)	(3,1)	(2,1)	(1,1)	(1,1)	(0,0)	(1,0)
11	(1,0)	(1,1)	(2,1)	(3,1)	(3,2)	(2,2)	(2,1)	(1,1)	(2,2)	(2,1)	(1,1)	(0,0)

표 2. 각 글쇠간의 이동거리에 관한 가중치 표

4. 실험결과

유전알고리즘에 의한 자판의 배열은 그림 5.와 같다. 모음은 세 개로 표현되므로 빈도수가 자음에 비해 높기 때문에 글쇠의 첫 번째에 배열된 것을 볼 수 있다. 모음 옆에 배열된 문자나 대각선 방향에 배열된 문자는 빈도수가 높은 자음들이다. 받침으로 가장 많이 쓰는 'ㄴ'문자는 공백문자와 같은 글쇠에 들어 간 것을 볼 수 있다.

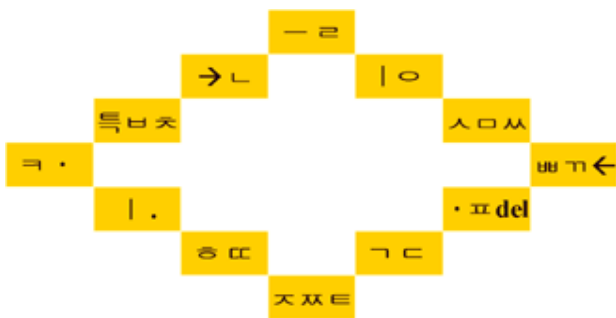


그림 5. 유전 알고리즘에 의한 최종자판

	walk	피로도	글쇠 누르는 횟수	결과
초기자판	13308	5441	3639	9981
자판A	7817	3399	4619	6172
자판B	5739	5589	4619	5582
최종자판	3828	5303	4619	4350

표 3. 각 자판의 효율성 비교

표 3.은 유전 알고리즘 적용시 사용한 샘플데이터로 성능을 평가한 결과이다. walk, 피로도, 글쇠 누르는 횟수를 측정하였으므로 낮을수록 효율적이다. 결과표의 열의 값은 적합도 함수와 같은 식을 사용하였다. 초기자판에 비해 최종자판의 결과값은 약 56%의 감소를 보였고 walk는 81%, 피로도는 3% 정도 줄었음을 확인할 수 있다. 글쇠 누르는 횟수의 경우 모음에 천지인을 씌으로써 글쇠 누르는 횟수가 늘어났으나 다른 값들에 비해 중요도가 떨어지기 때문에 결과에 영향을 거의 미치지 않는다. 자판 A의 경우 피로도의 감소가 두드러짐을 볼 수 있는데 피로도가 줄어 들면 walk가 증가함을 감수해야 한다.

	walk	피로도	글쇠 누르는 횟수	결과
자판B	6073	5886	4762	5885
최종자판	4259	5756	4762	4758

표 4. 자판B와 최종자판의 효율성 비교

표 4.는 중학교 국어교과서의 다른 임의의 데이터로부터 자판B와 최종자판의 성능을 비교해 보았다. 자판B보다 최종자판이 walk 30%, 피로도 2%, 최종결과 19%가량 효율적임을 확인할 수 있다.

5. 결론

일반적으로 장애인의 컴퓨터 사용율이 일반인에 훨씬 미치지 못한 상황이다. 선진국은 장애인을 위한 여러 프로그램이나 장치가 다양하게 개발되고 있고 정책적으로 뒷받침하고 있지만 우리 나라는 시도조차 미비한 상황이다. 장애인에게 컴퓨터 이용시 단순하게 조작하여 입력할 수 있도록 배려해주어야 하고 이를 위한 특수 입력장치와 함께 가상 자판과 같은 소프트웨어(software)의 개발도 중요하다. 장애인의 컴퓨터 참여율과 활용에 효율성을 높일 수 있도록 다각도의 노력이 필요하고 효율적인 자판의 개발과 보급은 그 계기가 될 수 있다고 하겠다.

참고문헌

- [1] Goldberg, D., *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, Addison-Wesley, Reading, MA, 1989.
- [2] *Learning and Optimization by Artificial Evolution*, (in Korean), *ICASE Magazine*, 1(3):52-61, 1995.
- [3] *한글코드와 자판에 관한 기초 연구*, 문화부, pp. 49-54, 1992.
- [4] *컴퓨터용 한글자판의 학습진도에 관한 연구*, 한국중등상업실기교사 협의회.
- [5] 이일병, Q2.5벌식 한글자판 배열 제안, *제 3회 한글 및 한 국어 정보처리 학술발표논문집*, pp.133-138, 1991.
- [6] Stuart Kauffman, *At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-organization and Complexity*, Oxford university Press, 1996.