

손가락 피로도를 고려한 유전 알고리즘 기반 한글 두벌식 키보드의 자판 배열 최적화

김수민, 김정진*
계명대학교 기계공학과

Optimization for 2-set Korean Keyboard Layout Based on Genetic Algorithm Considering Finger Fatigue

Su Min Kim, Jung Jin Kim*
Department of Mechanical Engineering, Keimyung University

요약 키보드는 대표적인 컴퓨터 입력 장치이며, 현대인의 컴퓨터 사용량이 증가함에 따라 키보드의 효율성과 편리성에 관한 관심이 증가하고 있다. 이에 키보드의 효율성과 편리성을 높이기 위해 여러 언어권에서 키보드 배열과 관련된 연구가 활발히 진행되고 있지만, 한글 배열에 관한 연구는 많이 이뤄지지 않은 상황이다. 따라서 본 연구는 유전 알고리즘을 활용하여 개선된 한글 배열을 개발하는 것을 목적으로 한다. 이에 배열의 효율성과 편리성을 정량화하기 위해 피로도는 반대의 평가치를 도입하였다. 그리고 피로도를 최소로 하는 배열을 도출할 수 있도록 유전 알고리즘을 정식화하였다. 유전 알고리즘을 통해 도출된 최적 배열의 피로도는 기존 한글 배열 대비 최소 5% 이상 감소하였으며, 직관과 경험을 통해 개선된 배열보다 더욱 높은 성능을 가지는 것을 확인하였다. 특히, 유전 알고리즘을 통해 개선된 최적 배열은 높은 효율성을 가진 Colemak 배열과 유사한 형태를 보여주며, 이는 배열의 개선이 적절하게 이루어졌음을 입증한다. 따라서 본 연구의 결과를 키보드 설계 시 반영한다면 작업효율 상승 및 근골격계 질환 예방에 이바지할 것을 기대할 수 있다.

Abstract The keyboard is a computer input device that represents the importance of efficiency and convenience. As computer usage has increased in modern society, a variety of research on keyboard layout has been conducted in many countries to increase keyboard efficiency and convenience together. However, research related to Korean keyboard layouts has rarely been studied. Based on that fact, this study optimizes a two-set Korean keyboard layout based on a genetic algorithm. For this purpose, we define finger fatigue and use it as a fitness function of the genetic algorithm, with the optimal layout improving fatigue by at least 5% compared to conventional layouts. In particular, the resulting fatigue was lower than fatigue from using improved keyboards, considering the intuition and experience in previous research. Interestingly, the optimal Korean layout has a pattern similar to the highly efficient Colemak layout for English. These results demonstrate that our two-set Korean keyboard layout is appropriately optimized, and thus contributes to increasing work efficiency and preventing musculoskeletal problems.

Keywords : Fatigue, Genetic Algorithm, Keyboard Layout, Korean Keyboard, Optimization

본 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임.(No. 2021R111A3043967)

*Corresponding Author : Jung Jin Kim(Keimyung Univ.)

email: kjj4537@gmail.com

Received March 27, 2024

Accepted June 7, 2024

Revised May 2, 2024

Published June 30, 2024

1. 서론

키보드는 효율성과 편리성을 중요 설계 요소로 고려하는 대표적인 컴퓨터 입력 장치이다. 최근 현대인들의 컴퓨터 사용량이 증가함에 따라 더욱 높은 효율성과 편리성을 가지는 키보드에 관한 관심이 증가하고 있다. 이에 키보드의 효율성과 편리성을 높이기 위한 관련 연구들이 활발히 진행되어 왔다. 키보드의 가운데 부분을 블록하게 만들어 손목의 부담을 줄인 텐팅 구조[1], 키보드의 좌우를 분리해 왼손과 오른손의 위치와 각도를 편하게 조절할 수 있는 스플릿 구조[2]를 가지는 인체공학적인 키보드가 대표적인 연구의 결과물이다. 이러한 구조와 더불어 최근에는 효율성과 편리성을 높이기 위해 키보드 배열에 관한 관심이 증가하고 있다.

키보드 배열은 문장 입력 시 손가락의 움직임 결정 지으며, 이는 인체가 받는 피로와 밀접한 관련이 있다. 예를 들어, 부적절한 배열은 사용자의 키보드 사용 시간 증가와 더불어 수근과 수지에 피로를 일으킨다[3]. 특히 반복적인 피로는 손목터널증후군과 같은 근골격계 질환의 발현 가능성을 증가시키는 원인이 된다[4]. 이에 키보드의 효율성과 편리성을 개선하기 위해 여러 나라에서 피로도가 낮은 배열을 개발하는 노력이 이뤄지고 있다 [5,6]. 그러나, 국내에서는 한글 키보드 배열이 표준 두벌식 배열로 표준화된 이후에는 배열에 관한 연구가 많이 이뤄지지 않은 상황이다.

키보드의 한글 배열은 두벌식, 세벌식 등 다양한 형태가 존재한다. 그중 두벌식 배열은 배우기 쉽고 QWERTY 배열과 호환성이 높아 표준 배열로 채택되었다[7]. 그러나 한글의 특성을 반영하지 못한 설계로 인해 피로도가 높다는 평가를 받는다[7]. 이에 몇몇 연구자들에 의해 두벌식 배열의 개선에 관한 연구가 진행된 바 있다. 김국의 문자 사용 빈도수를 고려한 배열[8](이하 김국 배열)과 김구룡의 한글 문자 체계를 고려한 배열[9](이하 구룡 배열)이 대표적인 예이다. 비록 해당 두벌식 배열이 표준 두벌식 배열보다 효율성 및 편리성 측면에서 뚜렷한 개선을 보였지만, 연구자들의 직관과 경험에 의존한 설계라는 한계점을 가진다.

유전 알고리즘[10]은 이러한 한계점을 극복하기 위한 대안이 될 수 있다. 유전 알고리즘은 자연의 진화과정을 모방하여 복잡한 문제의 최적해를 효과적으로 도출하는 대표적인 최적 설계기법이다. 특히 정식화된 수식 아래 최적해를 도출하기 때문에 연구자의 직관과 경험으로부터 자유로운 설계가 가능하다. 이러한 장점으로 인해 탐

색공간이 크고 복잡한 무인항공기 장비 배치[11], 교통 분석[12], 경로 탐색[13]과 같은 대규모 문제의 최적해를 효과적으로 도출한 바 있다.

따라서 본 연구는 유전 알고리즘을 활용하여 효율성과 편리성을 개선한 한글 키보드의 최적 배열을 개발하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 2장에서 효율성과 편리성을 정량화하기 위해 피로도라는 반대의 평가치를 정의하였다. 그리고 피로도의 최소를 적합도 함수로 가지는 유전 알고리즘을 정식화하여 최적 배열을 도출하였다. 또한, 3장에서 최적 배열의 분석과 함께 이전의 다른 한글 배열들과 피로도 측면에서 정량적으로 비교하여 최적 배열의 성능을 확인하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 먼저 한글 배열의 피로 발생 요인을 선정하여 피로도를 정량적으로 정의하였다. 그리고 유전 알고리즘을 통해 피로도를 최소로 하는 최적 배열을 도출하였다. 마지막으로 최적 배열의 성능을 다른 한글 배열들과 비교 분석하였다.

2.1 배열의 피로도

본 연구는 키보드 배열의 효율성과 편리성을 정량화하고 이를 극대화하기 위해 피로도라는 반대 개념의 평가치를 제안하였다. 본 연구의 피로도는 문장을 입력할 때 발생하는 손가락의 이동 거리와 피로 지수 곱의 총합으로 정의하였으며 Eq. 1과 같다.

$$fatigue = \sum(f_1 + f_2 \times f_3 \times f_4) \quad (1)$$

위 식에서 f_1 은 손가락의 이동 거리, f_2 는 손가락의 종류에 따른 피로 지수, f_3 는 입력되는 문자의 방향에 따른 피로 지수, f_4 는 손가락의 조합에 따른 피로 지수이다.

본 연구의 피로도 정의에서 이동 거리(f_1)는 문장 입력 시 손가락의 이동 거리를 최소화하기 위해 제안되었다. 이동 거리 최소화는 불필요한 움직임을 줄여 손가락에 누적되는 피로 감소에 기여할 수 있다. 이동 거리는 Eq. 2와 같이 정의하였다.

$$f_1 = \sqrt{(c_2 - c_1)^2 + (r_2 - r_1)^2} \quad (2)$$

위 식에서 c_1 과 r_1 은 문장 입력 전 현재 손가락 위치의 행과 열이며, c_2 와 r_2 는 입력할 문자의 행과 열이다. 글쇠를 누르기 위해 발생하는 손가락의 위아래 움직임은

배열의 형태가 아닌 입력되는 문자의 수에 결정되므로 본 연구에서는 손가락의 위아래 움직임을 고려하지 않았다.

본 연구는 피로도를 발생시키는 다양한 원인을 고려하기 위해 피로 지수의 곱을 새롭게 제안하였다. 이를 통해 높은 피로도를 발생시키는 손가락의 움직임을 최소화하는 배열을 도출할 수 있게 하였다. 이를 위해, 첫 번째로, 본 연구는 손가락 종류에 따른 피로 지수(f_2)를 제안하였다. 일반적으로 손가락마다 가용한 힘이 달라 문자 입력 시 다른 피로도가 발생한다[14]. 예를 들어 문자 입력 시 중지보다 소지보다 낮은 피로도를 가진다. 문자 입력 사용 손가락에 따른 피로 지수는 Table 1과 같다.

Table 1. Fatigue factors according to the finger used (f_2)

Index	Middle	Ring	Little
1.0	1.0	1.2	1.5

두 번째로, 본 연구는 입력되는 문자의 방향에 따라 피로도가 다른 점에 착안하여 피로 지수(f_3)를 제안하였다. 예를 들어 동일 손의 소지에서 검지 방향으로 입력하는 것이 반대 방향보다 발생하는 피로도가 낮다[14]. 또한 손가락의 근육 수축이 이완보다 쉽기 때문에, 위쪽에서 아래쪽으로의 문자 입력이 반대 방향의 입력보다 피로도가 낮다. 문자의 방향에 따른 피로 지수는 Table 2와 같다.

Table 2. Fatigue factors according to the finger direction. (f_3)

	Same Hands		Other Hand
	Little to Index	Index to Little	
Top to Bottom	1.2	1.5	1.2
Same Row	1.0	1.2	1.0
Bottom to Top	1.0	1.2	1.0

마지막으로, 본 연구는 문자 입력에 사용하는 손가락의 조합에 따른 피로도를 고려하기 위한 피로 지수(f_4)를 제안하였다. 이전 연구에 따르면 손가락의 조합에 따라 사용자가 느끼는 어색함은 크게 다르다[15]. 예를 들어, 검지와 중지의 연속된 사용이 중지과 약지의 연속된 사용보다 피로도가 낮다. 손가락 조합에 따른 피로 지수는 Table 3과 같다.

Table 3. Fatigue factors according to the finger combination (f_4)

	Index	Middle	Ring	Little
Index	2.0	1.0	1.2	1.0
Middle	1.0	2.0	1.5	1.2
Ring	1.2	1.5	2.0	1.5
Little	1.0	1.2	1.5	2.0

2.2 유전 알고리즘 기반 최적설계 정식화

본 연구는 피로도를 최소화하는 두벌식 배열을 도출하기 위해 유전 알고리즘을 정식화하였다. 유전 알고리즘은 Fig. 1과 같이 최초 세대 생성, 적합도 평가, 교차 및 변이, 중복 개체 제거를 거쳐 다음 새로운 세대를 생성한다. 새롭게 생성된 세대는 적합도 평가를 거쳐 종료 조건의 만족 여부를 판별한다. 종료 조건을 만족할 때까지 새로운 세대를 생성하는 과정을 반복함으로써 가장 적은 피로도를 발생시키는 두벌식 배열을 도출할 수 있다.

본 연구는 유전 알고리즘을 수행하기 위해 두벌식 배열을 개체로 사용하였다. 두벌식 배열은 각 글쇠에 자모음이 겹치지 않도록 배치되어 있다. 다만, 표준 두벌식 배열과 동일하게 좌측은 자음, 우측은 모음이 배치되도록 하였다. 한 세대에서의 개체 수는 100으로 설정하였다.

본 연구는 피로도의 최소화를 적합도 함수로 설정하여 두벌식 배열을 평가하였다. 상위 10%의 두벌식 배열은 다음 세대에 동일하게 추가하였으며 이를 통해 각 세대마다 우수한 개체를 보장하여 수렴성을 높일 수 있도록 하였다. 부모 개체는 상위 50%의 두벌식 배열에서 무작위로 선정하였으며, 교차 방식으로는 순환 교차를 사용하였다. 이를 통해 해의 수렴성을 높이고 실행시간을 단축하는 효과를 얻을 수 있다[16]. 변이 발생 확률은 10%로 설정하였으며, 변이 발생 후에도 확률에 따라 연속적으로 변이가 발생할 수 있도록 설정하였다. 변이 발생 시 무작위로 선정한 두 문자의 위치가 변경된다. 본 연구는 자음과 모음의 위치가 섞이는 것을 방지하기 위해 자음과 모음을 분리하여 교차와 변이를 시행하였다.

추가로 새로운 세대에서 개체의 다양성을 높이기 위해 중복 개체를 제거하는 과정을 수행하였다. 세대 내에 중복되는 개체가 있을 시 한 개체를 제외한 나머지를 무작위로 생성된 개체로 대체하였다. 이를 통해 유전 알고리즘이 국소 최적해에 빠질 가능성을 줄여 전역 최적해를 찾을 수 있도록 하였다.

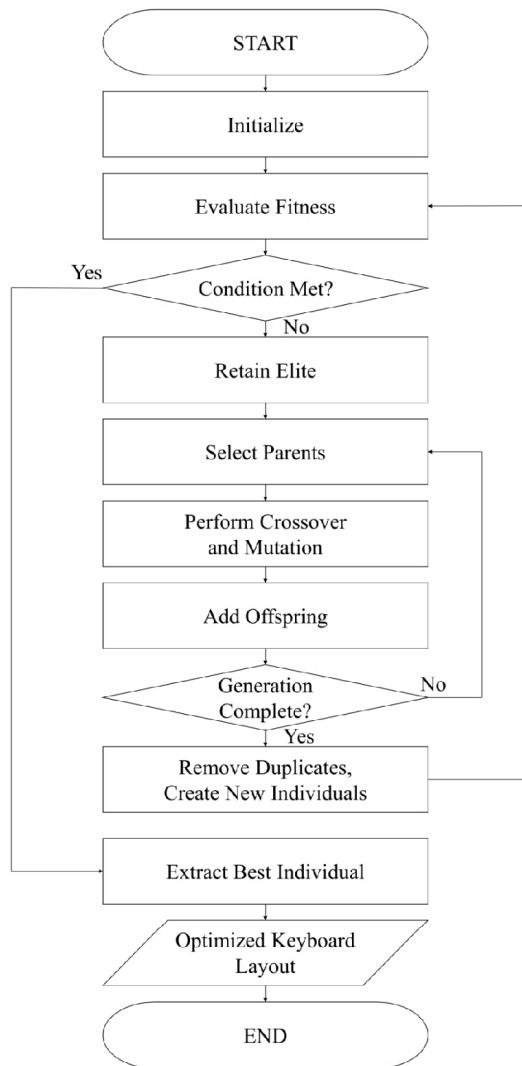


Fig. 1. Flowchart for genetic algorithm

마지막으로 본 연구는 전역 최적해의 도출 가능성을 높이기 위해 유전 알고리즘이 최소 100세대 이후 종료 조건을 판별하도록 설정하였다. 종료 조건은 가장 우수한 배열이 20세대 유지되는 경우로 설정하였다.

2.3 최적화 배열 도출 및 비교 검증

본 연구는 두벌식 배열 최적화를 위해 'Ai 허브'에서 제공하는 '대규모 웹데이터 기반 한국어 말뭉치' 중 '샘플 데이터'를 사용하였다. 다만, 효율적인 배열 도출을 위해 '샘플 데이터'에서 한글을 제외한 문자를 제거하고, 981,829개의 자모음으로 구성된 한글 문장만을 추출하였다. 추출한 데이터 중 자음은 'ㅇ'(12.69%), 'ㄴ'(7.85%),

'ㄱ'(6.46%), 'ㄷ'(6.31%), 'ㅅ'(5.05%), 'ㄷ'(3.68%), 'ㅈ'(3.63%), 'ㅎ'(3.25%), 'ㅂ'(2.97%) 순으로 많았으며, 모음은 'ㅏ'(8.85%), 'ㅣ'(7.29%), 'ㅓ'(5.74%), 'ㅡ'(5.51%), 'ㅑ'(3.98%), 'ㅜ'(3.13%), 'ㅞ'(2.27%), 'ㅝ'(2.17%), 'ㅟ'(1.85%) 순으로 많았다. 본 연구는 위 데이터를 활용하여 도출한 최적 배열의 성능을 평가하기 위해, 최적 배열과 표준 배열, 그리고 이전 연구에서 제안된 김국 배열과 구룡 배열을 비교하였다. 이를 통해 형태의 차이, 글쇠 사용 빈도, 그리고 피로도의 개선 정도를 분석하였다.

또한, 본 연구는 최적화 과정에서 사용되지 않은 한글 문장들에 대한 성능도 평가하였으며, 이를 위해 해당 문장을 사용하여 최적 배열과 표준 배열, 그리고 이전 연구에서 제안한 배열과 비교 분석하였다. 본 평가에서 사용한 데이터는 'Ai 허브'의 '논문자료 요약' 중 '샘플 데이터'이다. 다만, 원활한 피로도 계산을 위해 '샘플 데이터'에서 한글을 제외한 문자를 제거하고, 801,656개의 자모음으로 구성된 한글 문장만을 추출하였다. 추출한 데이터 중 자음은 'ㅇ'(13.40%), 'ㄴ'(7.45%), 'ㄱ'(6.73%), 'ㄷ'(5.99%), 'ㅅ'(5.12%), 'ㅎ'(4.02%), 'ㅈ'(3.56%), 'ㅂ'(2.98%), 'ㄷ'(2.95%) 순으로 많았으며, 모음은 'ㅏ'(8.54%), 'ㅣ'(6.98%), 'ㅡ'(5.85%), 'ㅓ'(5.45%), 'ㅑ'(4.38%), 'ㅜ'(3.01%), 'ㅟ'(2.49%), 'ㅝ'(2.33%), 'ㅞ'(1.61%) 순으로 많았다.

3. 연구 결과

본 연구는 유전 알고리즘을 통해 '대규모 웹데이터 기반 한국어 말뭉치'의 '샘플 데이터'에 대해 최적화된 한글 두벌식 키보드 배열을 도출하였다(Fig. 2(a)). 총 102세대(총 15시간 18분)를 통해 1,590,400의 피로도를 가지는 최적 배열이 도출되었다(최초 세대의 피로도: 1,827,923)(Fig. 3). 최적화된 배열의 형태는 'ㄷ', 'ㄴ', 'ㅇ', 'ㄱ', 'ㅅ'와 'ㅡ', 'ㅏ', 'ㅣ', 'ㅓ'가 중간 행에, 'ㅋ', 'ㅍ', 'ㅂ', 'ㅎ', 'ㅌ'와 'ㅑ', 'ㅞ', 'ㅟ', 'ㅝ', 'ㅜ'가 상단 행에, 'ㅊ', 'ㅍ', 'ㄷ', 'ㅈ'과 'ㅠ', 'ㅋ', 'ㅜ'가 하단 행에 배치된 것이 특징이다. 특히, 자음 'ㄱ'와 모음 'ㅏ'가 검지의 홈 로우(Home row)에 배치되었다.

본 연구에서 도출한 최적 배열의 문자 배치를 이전의 배열들과 비교한 결과, 흥미로운 공통점과 차이점이 발견되었다. 자음의 경우, 첫째, 모든 배열의 중간 행에서 가장 사용 빈도가 높은 문자인 'ㄴ', 'ㅇ'이 동일한 위치에 배치된 것이 확인되었다. 다만, 최적 배열에서는 다음

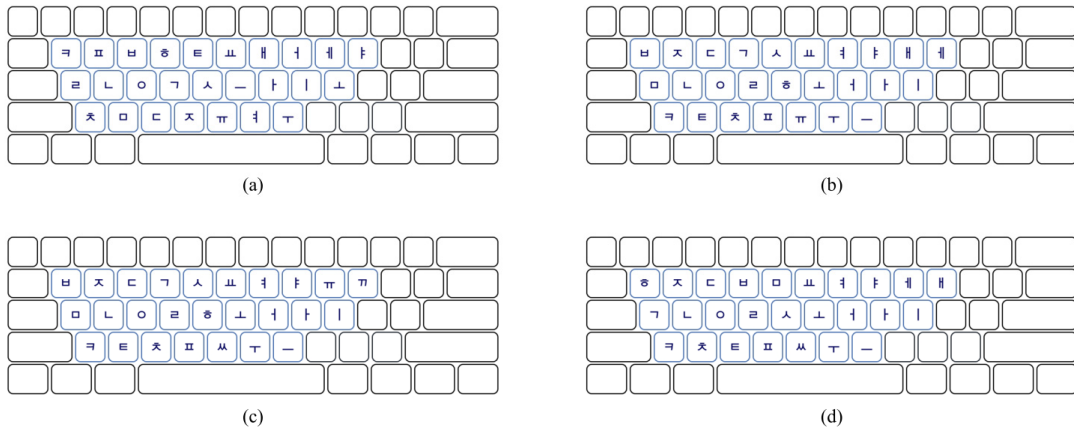


Fig. 2. Comparison of 2-set Korean keyboard layouts
 (a) Proposed layout (b) Standard layout (c) Kim Kuk layout (d) Guryong layout

으로 사용 빈도가 높은 'ㄱ', 'ㅋ', 'ㅌ'이 중간 행에서 확인되었다. 이는 구룡 배열과 유사하였지만, 문자의 위치는 서로 달랐다. 이러한 결과는 최적 배열이 문자의 사용 빈도에 따라 문자를 배치한 결과로 볼 수 있다. 둘째, 최적 배열의 경우 상·하단 행의 문자들이 다른 배열 대비 많은 차이가 존재하였다. 최적 배열의 경우 흥미롭게도 하단 행의 검지와 중지 위치에 'ㄷ', 'ㅌ'이 확인되었다. 이는 'ㄷ', 'ㅌ'이 이전 자음들 다음으로 높은 빈도를 가지기 때문에, 효율성이 높은 왼손의 검지와 중지 위치를 고려하여 배치한 결과로 볼 수 있다. 그리고 수지근이 이완보다 수축에 유리한 점을 고려하여 상단 행이 아닌 하단 행에 배치한 결과이다. 상단 행의 'ㅎ', 'ㅃ'도 같은 이유로 설명할 수 있다.

모음의 경우, 첫째, 모든 배열의 중간 행에서 'ㅏ', 'ㅣ', 'ㅓ'가 확인되었다. 다만, 최적 배열의 경우, 다른 배열과 다르게, 검지, 중지, 약지 순으로 'ㅏ', 'ㅣ', 'ㅓ'가 배치되었다. 이러한 배치는 자음과 동일하게, 모음의 빈도와 손가락의 피로 지수를 고려한 결과로 볼 수 있다.

둘째, 최적 배열의 경우 표준 배열과 같이 하단행에 모음 문자 3개가 배치되었다. 다만, 문자는 'ㅠ', 'ㅑ', 'ㅓ'로 표준 배열과 차이가 있었다. 특히 최적 배열은 검지 우측 하단 자리에 'ㅓ'를 배치시켰는데, 나머지 배열들이 모두 해당 자리에 'ㅡ'를 배치한 것과는 차이가 있었다. 최적 배열은 효율성을 높이기 위해 빈도수가 높은 'ㅡ'를 하단 행이 아닌 중간 행에 배치시켰다. 그리고 중간 정도의 빈도를 가지는 'ㅓ'의 효율성을 극대화하기 위해 검지 사용이 가능한 위치에 배치하고, 수지근의 수축을 고려하여 하단행에 배치한 결과로 볼 수 있다. 마지막으로, 최적 배열의 경우 상단 행의 검지와 중지 위치에 'ㅑ', 'ㅓ'가 확인되었다. 이는 'ㅑ', 'ㅓ'가 높은 빈도를 가지기 때문에, 효율성이 높은 왼손의 검지와 중지 위치를 고려하여 배치한 결과로 볼 수 있다.

최적 배열과 표준 배열의 형태 차이에 의한 효과는 히트맵(Heat Map)에서 쉽게 확인할 수 있다. Fig. 4의 (a), (b)는 최적 배열과 표준 배열을 통해 한글 문장 입력 시 발생하는 손가락의 입력 빈도를 시각화한 히트맵이다. 이를 통해 표준 배열은 하단행보다 상단 행의 사용 빈도가 높고, 소지와 약지의 움직임이 많은 것을 알 수 있다. 반면, 최적 배열은 상단 행과 하단 행의 사용 빈도가 비슷하며 소지와 약지의 움직임이 감소하였음을 알 수 있다. 이러한 차이는 최적 배열의 히트맵에서 분포가 검지와 중지를 중심으로 나타나게 하였다. 이를 통해 최적 배열은 검지와 중지의 사용을 증가시키고 약지와 소지의 움직임을 감소시킴으로써 낮은 피로도를 얻었음을 알 수 있다.

앞선 결과와 더불어, 피로도 측면에서 최적 배열이 이

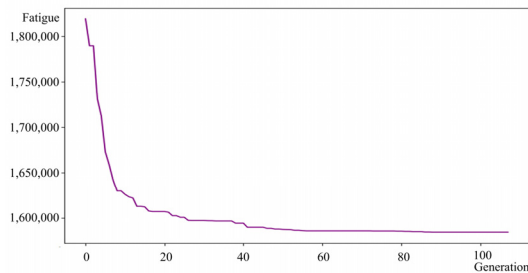


Fig. 3. Optimization history of genetic algorithm

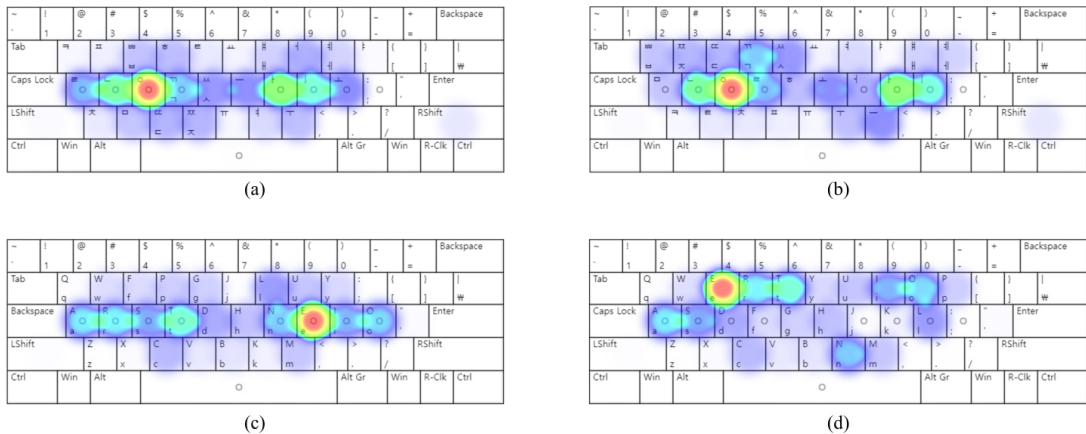


Fig. 4. Frequency comparison of key usage in 2-set Korean and English keyboard layouts
 (a) Proposed layout (b) Standard layout (c) Colemak layout (d) QWERTY layout

전 배열들 대비 낮은 피로도를 가짐을 확인하였다. 최적 배열의 피로도는 1,590,400으로 표준 배열(피로도: 1,724,015), 김국 배열(피로도: 1,670,628), 구룡 배열(피로도: 1,696,348) 대비 각각 8.4%, 5.0%, 6.7% 낮았다. 이로써 유전 알고리즘을 통해 도출한 최적 배열은 표준 배열 및 직관과 경험으로 개선된 배열보다 낮은 피로도를 발생시키며 우수한 성능을 가진다고 말할 수 있다. 또한, 직관과 경험 대비 데이터 기반 최적화가 성능을 효과적으로 개선할 수 있음을 말한다.

본 연구의 두벌식 최적 배열과 표준 배열의 차이는 영어 키보드의 QWERTY 배열과 Colemak 배열 간의 형태 차이에서도 확인할 수 있다. Colemak 배열은 QWERTY 배열을 개선하기 위해 제작된 배열이며, 높은 효율성을 가지는 것으로 알려져 있다[17]. Fig. 4의 (3), (4)는 Colemak 배열과 QWERTY 배열을 통해 입력 시 발생하는 손가락의 입력 빈도를 시각화한 히트맵이다. Colemak 배열은 QWERTY 배열과 비교하여 상단 행의 낮은 입력 빈도를 가진다. 또한, 적은 약지와 소지의 움직임을 보인다. 이러한 특징은 본 연구에서 도출된 최적 배열의 특징과도 일치한다.

본 연구는 최적 배열의 성능을 최적화 과정에서 사용되지 않은 한글 문장들에 대해서도 평가하였다. 최적 배열의 피로도는 1,307,989으로 표준 배열(피로도: 1,407,228), 김국 배열(피로도: 1,401,014), 구룡 배열(피로도: 1,379,640) 대비 각각 7.5%, 7.1%, 5.5% 낮았다. 이로써 유전 알고리즘을 통해 도출한 배열은 최적화 과정에서 사용하지 않은 문장을 입력하는 경우에도 높은 성능을 가지는 것을 확인하였다.

본 연구는 배열의 최적화를 위해 유전 알고리즘을 사용하였으며, 제한된 한글 문장 데이터를 사용하여 최적화를 진행하였음에도 성공적으로 전역 최적해를 도출할 수 있었다. 다만, 최근 딥러닝 기법과 같은 머신러닝이 많은 분야에서 활용되고 있으며, 본 연구 결과를 바탕으로 다수의 데이터를 활용하여 딥러닝 기법을 사용한 배열 최적화 연구가 진행된다면 더욱 높은 성능을 가지는 배열을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가진다. 첫째, 본 연구에서 도출한 최적 배열은 두벌식 배열로 두벌식 배열의 고유 한계점을 가진다. 예를 들어 Shift 키의 높은 의존도와 양손의 사용률 차이를 고려하지 못하는 문제점을 가진다. 둘째, Shift 키를 누르기 위한 손가락의 움직임을 고려하지 않았다. Shift 키를 누르기 위해 발생하는 소지의 이동은 큰 피로를 유발하지만 본 연구에서는 해당 움직임을 피로도 계산에 추가하지 않았다. 셋째, 유전 알고리즘 입력 데이터에 따라 도출되는 배열의 형태에 차이가 발생할 수 있다. 데이터마다 자모음의 사용 빈도에 차이가 존재하며 이는 유전 알고리즘을 통해 도출한 배열에 차이를 발생시킬 수 있다. 추후 다양한 데이터와 기법을 사용한 체계적인 연구 아래, 위의 한계점을 극복하여 표준 배열과 더불어 사용할 수 있는 개선된 한글 배열이 개발되기를 기대한다.

4. 결론

본 연구는 유전 알고리즘을 통해 두벌식 배열의 피로

도를 최소화하여 효율성과 편리성을 개선한 최적 배열을 제안하였다. 이를 위해 한글 배열 사용 시 발생하는 피로도를 정량적으로 정의하였다. 그리고, 피로도 최소화를 유전 알고리즘의 적합도 함수로 사용하여 최적 배열을 도출하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 유전 알고리즘을 통해 도출한 최적 배열은 표준 배열 및 이전 연구에서 제시한 배열보다 더 높은 성능을 보이는 것을 확인하였다.
- 2) 최적 배열과 표준 배열의 형태 차이는 Colemak 배열과 QWERTY 배열과의 형태 차이와 비슷한 양상을 보이는 것을 확인하였다.
- 3) 최적 배열은 유전 알고리즘을 통한 최적화에 사용된 문장뿐만 아니라 다른 문장을 입력할 때도 높은 성능을 얻을 수 있음을 확인하였다.
- 4) 본 연구를 통해 개발한 최적 배열을 사용함으로써 사용자가 얻는 피로도를 줄여 작업효율 상승 및 근 골격계 질환에 도움이 될 것으로 기대한다.

후기

본 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2021R1I1A3043967). 그리고 본 논문은 과학기술정보통신부의 재원으로 한국지능정보사회진흥원의 지원을 받아 구축된 “대규모 웹데이터 기반 한국어 말뭉치 데이터” 및 “논문자료 요약”을 활용하여 수행된 연구임.

References

- [1] H. E. McLoone, M. Jacobson, C. Hegg, P. W. Johnson, “User-centered design and evaluation of a next generation fixed-split ergonomic keyboard”, *Work*, Vol.37, No.4, pp. 445-456, Jun. 2010. DOI: <https://doi.org/10.3233/WOR-2010-1109>
- [2] M. J. Smith, B. T. Karsh, F. T. Conway, W. J. Cohen, C. A. James, J. J. Morgan, D. J. Zehel, “Effects of a split keyboard design and wrist rest on performance, posture, and comfort”, *Human Factors*, Vol.40, No.2, pp. 324-336, Jun. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1518/001872098779480451>
- [3] J. H. Kim, P. W. Johnson, “Fatigue development in the finger flexor muscle differs between keyboard and mouse use”, *European Journal of Applied Physiology*, Vol.114, No.12, pp.2469-2482, Aug. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2974-y>
- [4] M. Gholami, A. Choobineh, M. Abdoli-Eramaki, A. Dehghan, M. T. Karimi, “Investigating the Effect of Keyboard Distance on the Posture and 3D Moments of Wrist and Elbow Joints among Males Using OpenSim”, *Applied Bionics and Biomechanics*, Vol.2022, May. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/5751488>
- [5] C. Liao, P. Choe, “Chinese Keyboard Layout Design Based on Polyphone Disambiguation and a Genetic Algorithm”, *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol.29, No.6, pp.391-403, May. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/10447318.2013.777827>
- [6] O. Chumachenko, A. Burkov, “Development of an Efficient Ukrainian Keyboard Layout using a Genetic Algorithm”, *Electronics and Control Systems*, Vol.2, No.76, pp.35-39, Jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.18372/1990-5548.76.17665>
- [7] K. Kim, “Improved design of computer keyboard of Korean Standard to input Korean with no shift keys”, *Journal of the Korea Engineers Society*, Vol.18, No.1, pp.89-98, Jan. 2013.
- [8] K. Kim, Y. K. Yoo, “A New Computer Keyboard Design for Korean Alphabets with Frequency and Standard Considerations”, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol.27, No.3, pp. 7-14, Aug. 2008. DOI: <https://doi.org/10.5143/JESK.2008.27.3.007>
- [9] G. R. Gim, “Absolute array design of Hangeul keyboard using characteristics of Hangeul character system”, *Korean Language Information Science*, Vol.19, No.1, pp.64-83, Jun. 2017.
- [10] Y. S. Kim, X. Xiao, “Basic of Genetic Algorithm and Its Applications”, *Transactions of Materials Processing*, Vol.30, No.5, pp. 255-266, Oct. 2021.
- [11] S. W. Back, “LRU Layout Optimizing Using Genetic Algorithm”, *Journal of The Korean Society for Aeronautical & Space Sciences*, Vol.49, No.10, pp. 849-858, Oct. 2021. DOI: <https://doi.org/10.5139/JKSAS.2021.49.10.849>
- [12] S. M. Shin, S. Y. Park, J. H. Kim, “Driving Behavior Optimization Using Genetic Algorithm and Analysis of Traffic Safety for Non-Autonomous Vehicles by Autonomous Vehicle Penetration Rate”, *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, Vol.22, No.5, pp.30-42, Oct. 2023. DOI: <https://doi.org/10.12815/kits.2023.22.5.30>
- [13] J. W. Ko, D. Y. Lee, “Path-finding Algorithm using Heuristic-based Genetic Algorithm”, *Journal of Korea Game Society*, Vol.17, No.5, pp.123-131, Oct. 2017. DOI: <https://doi.org/10.7583/JKGS.2017.17.5.123>
- [14] D. G. Alden, R. W. Daniels, A. F. Kanarick, “Keyboard design and operation: a review of the major issues”, *Human Factors*, Vol.14, No.4, pp.275-293, Aug. 1972. DOI: <https://doi.org/10.1177/001872087201400401>
- [15] M. O. Wagner, B. Yannou, S. Kehl, D. Feillet, J. Eggers, “Ergonomic modelling and optimization of the

keyboard arrangement with an ant colony algorithm”, *Journal of Engineering Design*, Vol.14, No.2, pp.187-208, Jun. 2003.

DOI: <https://doi.org/10.1080/0954482031000091509>

- [16] K. Nivasch, A. Azaria, “A Deep Genetic Method for Keyboard Layout Optimization”, *2021 IEEE 33rd International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, IEEE, Washington, DC, USA, Nov. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICTAI52525.2021.00070>
- [17] Available From: <https://colemak.com> (accessed Mar. 20, 2024)
-

김 수 민(Su Min Kim)

[준회원]



• 2019년 3월 ~ 현재 : 계명대학교
기계공학과

<관심분야>

기계설계, 최적설계

김 정 진(Jung Jin Kim)

[정회원]



• 2012년 2월 : 인하대학교 전자공
학과 (공학사)
• 2014년 2월 : 한국과학기술원
조천식녹색교통대학원 (공학석사)
• 2019년 2월 : 한국과학기술원
조천식녹색교통대학원 (공학박사)
• 2019년 9월 ~ 현재 : 계명대학교
기계공학과 교수

<관심분야>

최적설계, 생체역학