
Metro 스타일 GUI를 위한 색 선택 최적화

Color Selection Optimization for Metro-style GUI

김강태, Kangtae Kim*, 정유나, Yuna Jeong**, 이성길, Sungkil Lee***

요약 모바일 장치 GUI는 제한된 형태 인자(form factor)로 대부분 그리드 방식을 택한다. 이러한 GUI 중 최근 Metro 스타일의 새로운 GUI가 소개되었다. Metro GUI는 많은 객체를 포함할 때 객체 간 구별되는 요소가 색과 크기로 제한되기에, 다소 난해하거나 현란한 형태를 지닌다. 본 논문에서는 Metro GUI에 객체의 색 대비에 바탕을 둔 효율성을 모델링하고, 이를 최적화하여 최적의 색 배치를 찾는 알고리즘을 제안한다. 본 알고리즘은 빠른 시각검색(Visual Search)을 가능하게 하여 Metro 스타일 GUI의 직관성과 가시성을 향상한다.

Abstract The limited form factor of mobile devices forces them have grid-based GUIs. Among such GUIs, Metro-style GUIs appeared recently. Metro GUIs with many objects might be distracting, since GUI objects are differentiated solely from their colors and placements. This paper presents how to model the effectiveness of a metro-style GUI and an optimization algorithm that finds the optimal color permutation. The algorithm allows us to efficiently search particular objects of interest, and further improves the intuitiveness and visibilities.

핵심어: *Metro style, Color, GUI, HCI*

본 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구, 중견연구자, <실감교류 인체감응솔루션> 글로벌프론티어 사업의 지원으로 수행되었음(2011-00014015, 2012R1A2A2A01045719, 2012M3A6A3055695).

*주저자 : 성균관대학교 컴퓨터공학과 석사과정 e-mail: sonata@skku.edu

**공동저자 : 성균관대학교 컴퓨터공학과 석사과정 e-mail: jeongyuna@skku.edu

***교신저자 : 성균관대학교 컴퓨터공학과 교수; e-mail: sungkil@skku.edu

1. 서론

많은 현대 소프트웨어는 효율적이고 직관적 인터페이스를 위해 Graphical User Interface(GUI)를 제공한다. 전통적인 PC 기반 인터페이스를 넘어 웹과 모바일 장치의 발달로 많은 새로운 형태의 GUI가 나타나고 있다. 모바일 GUI는 PC 기반 GUI와 달리 제한된 형태 인자(form factor)로 인해 (특히, 작은 디스플레이의 크기) 많은 경우 그리드 기반의 배치 방식을 택한다.

이러한 그리드 방식 중 새로운 스타일의 인터페이스인 Metro GUI가 근래 소개되었다 (예, Microsoft Windows 8). Metro 스타일 GUI는 그래픽스보다 텍스트에 초점을 맞추어 콘텐츠에 더 집중하도록 하는 디자인 원리를 적용한다. 어플리케이션의 실행 버튼을 하나의 객체로 가정할 경우, Metro GUI는 각 객체를 정사각형 또는 직사각형 블록의 형태로 통일하고, 객체 크기에 따른 면 분할과 색에 의해 객체를 구분한다. Metro GUI는 직관적이고 편리하게 객체요소를 선택할 수 있지만, 많은 객체를 포함할 경우 객체 간 구별을 위한 요소가 색과 크기로 제한되기에, 다소 난해하거나 현란한 형태를 지닌다. 객체의 특성 및 주변 객체와의 관계를 반영하지 못할 때에는 이러한 한계는 더욱 깊어진다.

본 논문은 Metro GUI에서 객체의 형태/위치는 유지하되, GUI의 직관성 및 가시성을 향상하는 색의 조합을 선택하는 알고리즘을 제안한다. 사용자가 GUI 내 각 블록을 선택하는 과정은 사람의 시각체계 내 검색(visual search)로 해석할 수 있다. 각 블록은 하나의 프리미티브들로서 병렬적으로 지각된 후, 선택 할 블록들을 직렬적으로 찾아야 한다. 이러한 시각적 검색의 어려움은 GUI의 직관성과 연관이 깊다 [1][2]. 본 논문에서는 시각적 검색의 지각적 부하(perceptual workload)를 줄이기 위해 객체들 간의 색의 대비를 최대화하도록 색의 조합을 선택한다. GUI 배치의 효율성은 각 객체들의 인접한 객체들 간의 색 거리의 합으로 모델링되고, 이러한 색 거리가 최대화되도록 색의 조합을 얻는다. 또한, 각 객체의 중요도도 모델링에 포함되며, 터치기반의 접근 용이도(accessibility)로 이용한다.

2. Metro 스타일 GUI를 위한 색 선택 알고리즘

본 논문에서는 주어진 색 팔레트에 대해서, Metro GUI 내 객체인 어플리케이션 버튼의 색 조합의 효율성을 모델링한 후 측정하고, 이를 최적화하는 알고리즘을 제안한다. 객체의 효율성은 객체별로 인접한 객체들과의 색 대비의 정도에 의하여 모델링되고, 모든 객체에 대하여 이를 선형합을 구하여 전체 배치의 효율성을 측정한다. 선형 합에서 각 객체의 중요도는 터치 기반 UI에서 손가락이 닿기 쉬운 정도에 따라 정의된다. 그림 1은 알고리즘의 개요를 보인다.

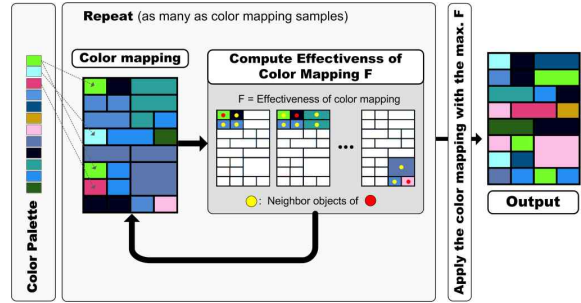


그림 1. 알고리즘의 개요.

객체 p 에 대한 인접한 객체와의 색 대비(contrast)의 합 C_p 는 수식 (1)로 나타낼 수 있다.

$$C_p = \sum_{q \in \Omega_p} \Delta \mathcal{E}(c_p, c_q) \quad (1)$$

Ω_p 는 p 에 인접한 객체의 집합이고, c_p, c_q 는 기정의된 팔레트에서 선택된 p, q 의 색을 나타내며, $\Delta \mathcal{E}$ 는 색거리 (2.1 참조)이다. 전체 객체들의 배치에 대한 효율도 F 는 각 객체별 중요도 w_p 를 적용하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$F = \sum_p w_p C_p \quad (2)$$

F 를 최대화하는 색 조합을 찾는 것이 최적화의 목표이다.

2.1 색 거리

객체 간 색 차이를 계산할 때 Euclidean distance를 적용하기 보다는, 색의 차이가 사람이 지각하는 차이와 비례하는 perceptual color space를 쓰는 것이 보다 바람직하다. 본 논문에서는 CIE Lab color space 기반의 CIE1976 metric를 사용하여 색간 거리를 계산하며, x, y 는 색에 대한 색간 거리 $\Delta \mathcal{E}$ 는 다음과 같이 정의된다 [3][4].

$$\Delta \mathcal{E}(x, y) = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3)$$

2.2 객체 위치에 따른 가중치

Metro GUI의 특성상 객체의 화면 내 위치에 따라 그 사용성이 크게 좌우된다. 이를 반영하기 위해 객체의 공간적 위치에 따라 가중치를 정의하여 사용한다. 가중치는 보편적인 터치 기반 입력을 사용할 때 엄지손가락이 닿기 쉬운 정도에 따라 정의한다 (그림 2).

위치에 따른 중요도를 크게 세 가지 값 w_1, w_2, w_3 으로 분류하여, 이는 순서대로 높은 값을 지닌다. w_1 은 GUI에서 가운데 위치하는 객체에 대해서, w_3 는 가장자리 객체에 대해서 부여하고, 나머지는 w_2 로 분류한다. 객체가 여러 영역에 걸치는 경우에는 가장 높은 중요도를 부여한다.

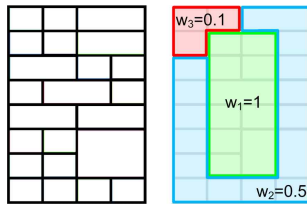


그림 2. 객체 위치에 따른 가중치.

2.3 최적화 알고리즘

주어진 팔레트 색의 수 n_p 와 N 개의 객체에 대해, 가능한 permutation의 수는 $(n_p)^N$ 이 된다 (중복 mapping 허용시). 이러한 색 조합의 전역 최적화는 이산적인 색의 조합에 대한 최적의 permutation을 찾아야 하므로 일반적으로 infeasible problem이며, NP-hard이다. 이에, 본 논문에서는 샘플링 기반의 permutation 중 최적 조합을 찾는 방법을 적용한다. 예를 들어, 1000개의 random permutation을 생성한 후 F 값이 최대가 되는 permutation을 최적의 색조합으로 정의한다. 상세 알고리즘은 아래와 같다 (알고리즘 1).

Algorithm 1 Color Selection Optimization

```

Input:  $O[N]$ : objects ▷  $N$ : number of objects
Input:  $w[N]$ : accessibility weight
1:  $F_{max} \leftarrow 0$ 
2: for  $i=1$  to  $S$  do ▷ For  $S$  samples
3: generate random permutation of objects colors
4:  $F \leftarrow 0$ 
5: for each object  $p$  do
6: for each object  $q$  do
7: if  $q$  is a neighbor of  $p$  then
8:  $F \leftarrow F + w_p C_p(c_p, c_q)$ 
9: if  $F > F_{max}$  then
10: update objects' colors to the current colors
11:  $F_{max} \leftarrow F$ 
    
```

3. 결과 및 토론

그림 3은 Metro GUI 최적화를 적용하지 않은 배치와 이를 최적화를 통해 향상된 배치를 비교한다. 본 예제에서는 15개의 객체 팔레트 색을 사용하였다.

알고리즘을 적용한 결과 모든 객체 색 거리의 합인 F 값이 약 2배 증가하였다. 또한 아래의 그림에서 확인할 수 있듯, 각 객체는 보다 나은 가시성을 지니고, 주변 객체들과의 대비가 증가하여, 사용성이 증가하리라 예상된다 (그림 3).

본 알고리즘은 다음과 같이 제한점이 있으며, 추후 연구로 진행될 예정이다: (1) 블록의 색만을 이용하여 최적화를 수행하여, 텍스트나 아이콘이 삽입되었을 때 그 상호작용이 고려되지 않았다; (2) 사용자 실험을 통하여 가중치를 결정함이 필요하다; (3) 실제 visual search에 대한 부가가 줄어들어는지에 대한 사용자 실험을 통한 검증이 필요하다; (4) 실사용성을 위한 효과적인 전역 최적화 방법이 필요하다.

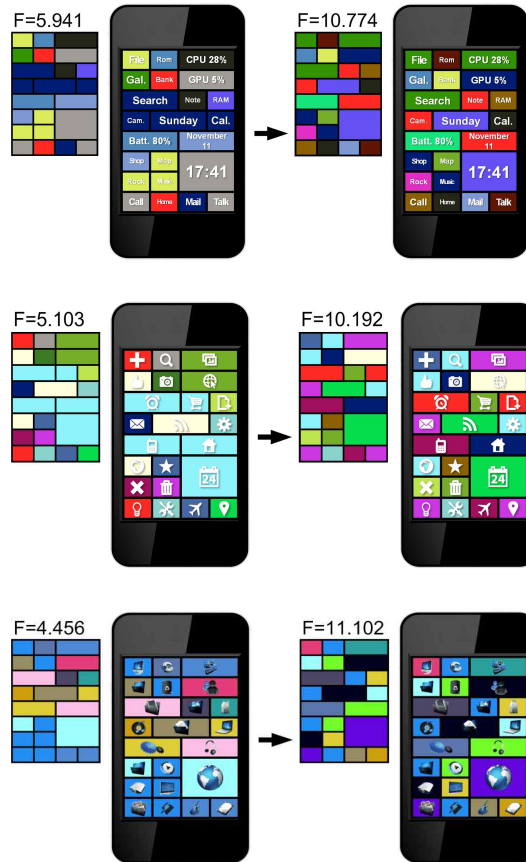


그림 3. 색 선택 알고리즘 적용 결과. 좌: 적용 전, 우: 적용 후.

4. 결론

본 논문에서는 Metro GUI에 대한 보다 빠른 시각 검색을 가능하게 하는 최적화된 색 선택 알고리즘을 제안하였다. 보다 시각적으로 개선된 모바일 GUI를 사용자에게 제공할 수 있을 것으로 예상되며, 이에 대한 사용자 실험이 필요하다.

참고문헌

- [1] Michael D' Zmura, "Color in visual search," Vision Research, Vol. 31(6), pp. 951 - 966, 1991.
- [2] M. Kawai, K. Uchikawa, and H. Ujike, "Influence of color category on visual search," In Annual Meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, pp. 2991, 1995
- [3] Brewer, "Color use guidelines for data representations," In Proceedings of the Section on Statistical Graphics, American Statistical Association, pp. 55~60.
- [4] C.I.E, "Industrial Colour Difference Evaluation," CIE Technical Report No.116, Vienna, 1995.