

사용자-데이터 인터페이스 : 데이터에서 자동 스크롤을 통한 정보 검색 가속화 인터페이스

최민기^o, 박정우*, 김종현*

^o강남대학교 소프트웨어응용학부,

*강남대학교 소프트웨어응용학부

e-mail: jonghyunkim@kangnam.ac.kr

Human-Data Interface : Interface to Accelerate Information Retrieval via Automatic Scroll in Data

Minki Choe^o, JungWoo Park*, Jong-Hyun Kim*

^oSchool of Software Application, Kangnam University,

*School of Software Application, Kangnam University

● 요약 ●

본 논문에서는 사용자의 관심영역(Region of interests, ROI)를 기반 스크롤을 통해 데이터를 좀 더 빠르고 효율적으로 검색할 수 있는 사용자-데이터 인터페이스를 제안한다. 사용자가 관심있는 정보나 콘텐츠를 찾는 행동에서 착안한 우리의 접근 방식은 주어진 콘텐츠에서 ROI를 효율적으로 계산하고, GMM(Gaussian mixture model, 가우시안 혼합 모델)에서 착안해 개발한 커널을 기반으로 사용자가 관심 있어 하는 정보의 위치로 부드럽고 빠르게 화면을 이동시켜 정보를 탐색한다. 과정을 설명하기 앞서, 다수의 ROI가 있을 때 스크롤의 현 위치는 항상 두 ROI의 사이에 있다. 그 두 사이의 거리가 가장 짧은 두 ROI에 각각 우리의 커널을 적용하면 현 위치에서 스크롤 가속에 적용 가능한 두 개의 관성이 생긴다. 여기에 선형 보간법(Linear interpolation)을 적용하여 한층 부드러운 하나의 관성으로 만들고, 이것을 스크롤에 적용한다. 결과적으로, 오직 사용자의 입력에 따라 정보가 검색되는 기존의 접근법과는 달리, ROI와 DOI(Degree of interests, 중요도)를 기반으로 향상된 스크롤을 통해 사용자가 관심 있어 하는 정보나 콘텐츠를 보다 쉽게 직관적으로 찾아줄 수 있기 때문에 사용자는 탐색 시간을 절약할 수 있다.

키워드: 사용자-데이터 인터페이스(User-data interface), 자동 스크롤(Automatic scroll), 정보 검색(Information retrieval)

I. Introduction

콘텐츠 산업의 성장에 따라 사람들은 게임, 가상증강현실 등 다양한 콘텐츠들이 다양한 플랫폼에서 실행되고 제공되고 있다[1,2]. 하지만, 다양하고 수많은 콘텐츠와 데이터들 사이에서 사용자가 원하는 정보만을 검색하는 것은 반복적이고 번거로운 일이다. 빅 데이터가 발전하는 만큼 그 데이터를 활용하는 사용자 입장은, 기술 발전과는 별개로 어려운 것도 사실이다. 최근에 빅 데이터에서 유의미한 정보를 사용자에게 추천해주는 시스템과 그것을 사용자에게 전달하는 방법이 중요하게 여겨지는 현 시점에서, 인터랙티브한 인터페이스 기술은 지금도 꾸준히 요구되고 있는 상황이다.

본 논문에서는 사용자-데이터 간 인터랙티브한 인터페이스를 만들기 위해 먼저 각 콘텐츠의 사용자 통계에 의한 ROI와 DOI를 파악하고,

이를 이용해 효과적인 정보 전달이 이뤄지도록 스크롤하는 방법이 필요하다. 그 방법으로 우리는 콘텐츠 기반 가속 관성 스크롤 인터페이스를 제안한다. 이 과정은 전체 콘텐츠중 주요 문장이나 사진과 같은 부분 콘텐츠의 위치(ROI)와 관심도(DOI)에 따라 스크롤 소비시간이 달라진다. 그 이유는 첫째, 불필요한 콘텐츠 구간에서는 가속이 되고, 그 반대의 경우 현 위치가 ROI에 가까워질수록 사용자가 주요 콘텐츠를 읽을 수 있을 정도로 속도를 늦춰야 하기 때문이다. 두번째는 사용자는 관심 있는 정보를 더 오래 소비하기 때문이다. 예를 들어 임의의 두 ROI 중, A의 DOI가 B의 DOI보다 3배 높다는 예시를 들어보자. 사용자는 당연히 A의 ROI에서 B보다 3배의 시간을 머물러야 한다. 결론적으로 각 ROI는 DOI와 매핑된다. 여기서 사용자가 정보를

검색하는 행동 패턴에 착안하여, 본 논문에서 제안한 커널을 ROI에 적용하고, DOI와 함께 정규화하여 스크롤의 움직임을 제어한다. 본 논문에서는 이러한 특징을 이용하여 사용자와 데이터사이의 효율적인 상호작용을 위한 가속 관성 스크롤 기반 인터페이스를 제안하며, 이러한 기법을 계산하기 위한 본 연구의 기여도는 아래와 같다 :

- 데이터의 위치와 주어진 ROI, DOI에 따른 관성을 계산할 수 있는 커널 개발
- 가속 관성 커널을 활용하여 웹 브라우저와 안드로이드 환경에서 사용할 수 있는 유효성 검증

II. The Proposed Scheme

1. Kernel for inertia calculation

본 논문에서는 우선 사용자의 현 위치에서 적용될 가속 관성을 계산하기 위한 커널 I 를 계산해야 하며, 콘텐츠에 의한 가속 관성을 계산하기 위해 본 논문에서는 Kim 등의 방법을 기반으로 몇 가지 가정을 한다[3]:

- 1) 수많은 콘텐츠들 사이에서 원하는 정보를 찾기 위한 사용자의 행동 패턴은 마치 중요한 지점에서 천천히 탐색을 하는 과정과 유사하다. 이러한 패턴은 중요한 지점에서의 가중치가 거치는 가우시안 함수와 유사한 움직임을 보인다.
- 2) 다수의 ROI에서 사용자가 머무르는 시간과 움직이는 속도는 DOI에 정비례한다.

본 논문에서 제안하는 커널은 다음과 같은 특징을 가진다 : 1) 사용자가 바라보고 있는 현재 위치와 ROI간의 거리는 가속도와 반비례하다. 즉, 중요한 콘텐츠에 가까울수록 속도가 줄어든다. 2) DOI와는 정비례하는 관성을 가진다. 이러한 특징을 기반으로 커널은 아래와 같이 계산한다 (수식 1 참조).

$$I(i) = D(r_i)R(r_i, r_{i+1}) \quad (1)$$

여기서 R 은 ROI 중 관성이 적용되는 기준인 r_i 와 스크롤 진행 방향에 있는 r_{i+1} , 그리고 현재 위치를 바탕으로 정규화하여 우리의 커널에 적용한다 (수식 2~3 참조).

$$R(r_i, r_{i+1}) = \log\left(\frac{m}{e^{\cos\left(\frac{\pi}{2}\right)}}\right), \text{ where } 0 < m \leq 1 \quad (2)$$

$$m = \frac{P(x)}{P(r_{i+1}) - P(r_i)} \quad (3)$$

여기서 P 는 위치를 나타내며, m 은 앞에서 언급했듯이 정규화하여 스크롤 진행도를 계산한 수식이다 (수식 3 참조). Fig. 1a에서 ROI와 진행도에 따른 가속도가 잘 표현되었다.

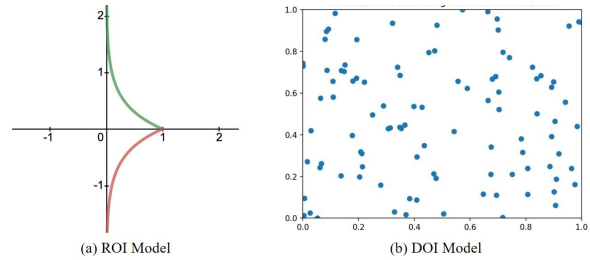


Fig. 1. ROI and DOI models using current scroll position, ROI positions and DOI values.

D 는 관성이 적용되는 기준 ROI인 r_i 에 대한 DOI_i 가 추출 과정에 따라 머무른 시간이나 횟수 등 다양한 형식으로 정의되는데, 우리는 이를 다양한 전산학 분야에서 활용되고 있는 방식인 최대최소 정규화(Min-max normalization)을 적용하여 일원화한다(Fig. 1b와 수식 4 참조).

$$D(r_i) = \frac{DOI_i - \min(DOI)}{\max(DOI) - \min(DOI)} \quad (4)$$

결론적으로 전체 수식에서 더 부드러운 이동을 결정하는 R 과 중요도에 따른 배속을 결정하는 D , 두 모델이 Fig. 1a에서 각각 표현되었다. 이 두개의 모델을 혼합했을 때, 각 관성 기준점에 대해 서로 다른 진폭과 파장을 갖는 가속 관성 모델이 도출된다.

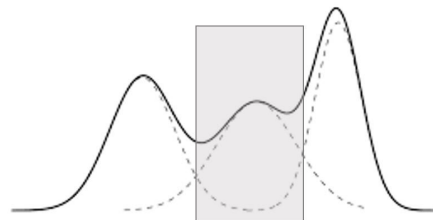


Fig. 2. Mixture model with interpolation

실시간으로 스크롤 진행과 동시에 커널 계산이 이뤄짐에 따라, 관성 기준이 변경되는 지점에서 두드러지는 변곡점이 발생한다. Fig. 2는 이 문제를 완화하기 위해 두 관성 위치들을 기준으로 선형 보간하여 앞서 설명한 모델을 혼합하는 방식으로 가속도를 추정해 한층 더 부드럽게 처리한다 (수식 5 참조).

$$f(p_1, p_2, d_1) = (1 - d_1)p_1 + d_1p_2 \quad (5)$$

2. Test cases in desktop web browser and mobile device

1. Mobile device

콘텐츠 상에서 검색을 통하여 조건과 맞는 항목(List items)을 탐색하고 해당 항목에 대해 각각의 DOI를 입력한다. 화면에 보이는 영역에서 DOI를 결정하는 커널 J 를 이용하고 적용된 DOI의 순간 가속도를 통하여 콘텐츠 내에서의 가속 관성 스크롤 속도를 계산한다.

관심 있는 영역에서의 DOI 수치를 나타내는 커널 J 는 다음과 같다 (수식 6 참조)

$$J_i = \frac{(y_{start} - y_i)^2}{k(y_{end} - y_{start})^2} \quad (6)$$

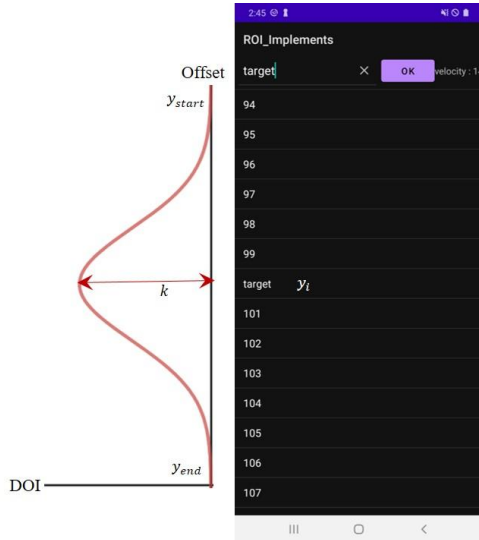


Fig. 3. Correlation between DOI and offsets.

전체 콘텐츠에서 현재 뷰영역($y_{start} \sim y_{end}$)를 기준으로 해당 영역에 사용자가 찾고자 하는 콘텐츠(y_i)가 존재한다면 y_i 를 기준으로 J 를 설정한다. 커널 J 는 y_i 에서 최대 지점이며 y_i 에서 멀어질수록 수치가 감소하고 y_i 보다 흥미가 떨어지기 때문에 가속화가 되는 구조이다 (Fig. 3. 참조).

가속 관성 스크롤 속도를 제어하기 위해 우리는 DOI의 순간 가속도를 활용하며, offset를 기준으로 검출된 미분 값을 표현한 수식 H 는 다음과 같다 (수식 7 참조).

$$H = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{(J_i + t) - J_i}{t} \quad (7)$$

Fig. 4를 보면 H 를 통해서 y_i 를 기준으로 수치의 증감을 확인할 수 있다. 우리는 여기서 H 를 통해 현재 콘텐츠에서의 관성 스크롤 속도에 감쇠(Damping)같은 저항을 주어 속도를 조절한다 (Fig. 4. 참조).

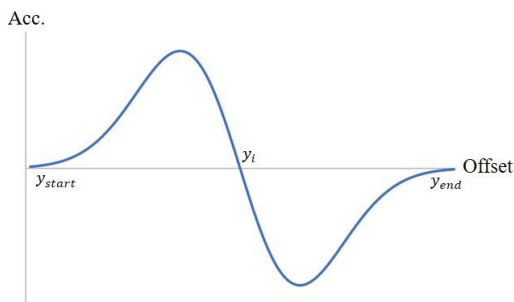


Fig. 4. Differential graph of J for damping force.

3. Desktop web browser

우리는 앞서 설명한 커널을 데스크탑 웹브라우저에 적용하기 위해, 자바스크립트를 통한 휠 이벤트를 활용한다. X축을 1순위, Y축을 2순위로 콘텐츠를 검색하는 사용자의 일반적인 탐색 행동 패턴을 전제로 ROI 목록을 초기에 정렬한다. 이벤트 후에는 이동될 상대 위치를 저장하고, 내장된 이벤트 처리를 무효화한다. 그리고 앞서 저장한 상대위치와 현재위치, 그리고 정렬된 ROI와 이에 매핑된 DOI를 이용하여 커널을 적용한다. 단, 커널을 적용할 때 상대위치는 방향성을 포함하고 있기 때문에 커널 결과에 절대값을 취하여 적용한다. 기준점은 이벤트 발생을 트리거로 하여 라운드-로빈(Round robin) 방식으로 현재 위치에서 최소거리를 갖는 ROI를 선택하여 갱신한다.

관성 스크롤에 의해 가속이 최소에 수렴하는 시점에 우리는 화면 캡처를 통해 가속 관성 스크롤에 대한 검증과 ROI에 대한 이미지 형식의 원시 데이터를 추출했다. 이미지 수집을 위해서 브라우저를 컨트롤하는 드라이버가 필요했고, 우리는 Python/Selenium을 통해 웹브라우저를 동작시키고 자바스크립트 커널을 삽입(Injection)하여 최소 가속지점에서 이를 진행했다 (Fig. 5. 참조).

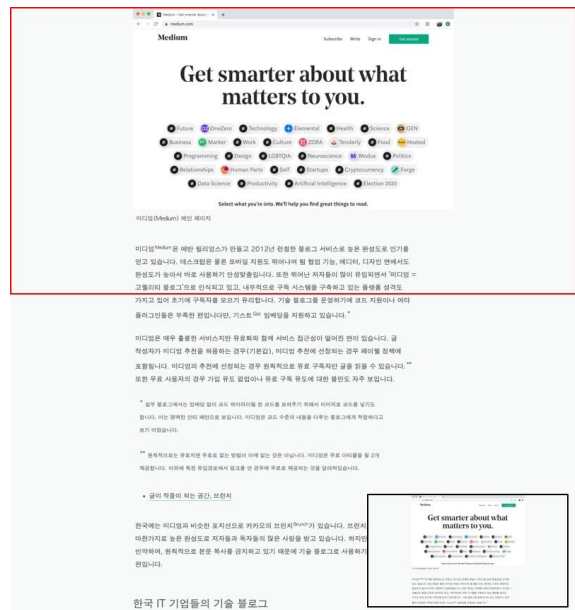


Fig. 5. Test results captured at minimum inertial acceleration (red box : detected ROI, black box : image capture).

III. Conclusions

본 연구에서는 가속 관성 스크롤을 활용하여 사용자와 데이터 사이에서 상호작용할 수 있는 인터페이스를 제안했고, 이 기술을 데스크탑 웹브라우저와 모바일 디바이스 환경에서 실험했다. 이 뿐만 아니라, 우리가 제안한 커널은 이외에 다양한 환경에서 쉽게 적용 가능하다. 특히 웹브라우저에서는 웹문서에 대한 사용자의 상호작용 뿐만 아니라, DOI를 토대로 정렬된 ROI에 대한 원시 이미지 데이터를 추출할 수 있다. 향후 우리는 이것을 활용하여 사용자의 행동과 각 데이터간의 연관성, 그리고 요약 추출 및 추천 시스템(Recommender

system)에도 적용할 수 있도록 데이터 전처리 및 추천 알고리즘에 대해서도 추가 연구할 계획이다.

REFERENCES

- [1] Hernandez-Rebollar, Jose L., Nicholas Kyriakopoulos, and Robert W. Lindeman. "The AcceleGlove: a whole-hand input device for virtual reality." In ACM SIGGRAPH 2002 conference abstracts and applications, pp. 259-259. 2002..
- [2] Carroll, Jon, and Fabrizio Polo. "Augmented reality gaming with sphero." In ACM Siggraph 2013 Mobile, pp. 1-1. 2013.
- [3] Content-Aware Kinetic Scrolling for Supporting Web Page Navigation. Juho Kim, Amy X. Zhang, Jihee Kim, Robert C. Miller, Krzysztof Z. Gajos UIST 2014.