ISSN 1598-0170 (Print)
ISSN 2287-1136 (Online)
http://www.jksii.or.kr

트리맵을 이용한 비즈니스 프로세스 수행자간 업무공유 관계 시각화☆

Treemapping Work-Sharing Relationships among Business Process Performers

안 현[1] 김 광 훈[1*]
Hyun Ahn Kwanghoon Pio Kim

요 약

최근에 비즈니스 인텔리전스 분야에서 비주얼 애널리틱스의 중요성이 강조되고 있다. 비즈니스 인텔리전스 관점에서 비주얼 애널리틱스는 다양한 관점의 비즈니스 관련 정보를 인터랙티브한 형태로 시각화함으로써 의사결정에 유용한 인사이트들을 획득하는 것을 목표로 한다. 본 논문에서는 트리맵을 이용하여 비즈니스 프로세스 수행자들간의 업무공유 관계들을 시각화하는 방법을 제안한다. 업무공유 관계는 비즈니스 프로세스의 특정 단위 업무에 공통적으로 참여하는 두 수행자간에 형성되는 연결 관계로서, 프로세스 기반 조직의 구조 및 행동 패턴을 이해하는 데에 중요한 요소이다. 이를 위해, 비즈니스 프로세스의 기본적인 계층적 정보와 수행자간 업무공유 관계를 트리맵의 형태로 나타내는 시각화 도구를 설계 및 구현하였다. 최종적으로 XPDL (XML Process Definition Language) 프로세스 모델을 이용한 실행 예제를 통해 시각화 도구의 유용성을 검증하였다.

☞ 주제어 : 비즈니스 프로세스 관리, 비주얼 애널리틱스, 비즈니스 프로세스 수행자, 업무공유 관계, 트리맵

ABSTRACT

Recently, the importance of visual analytics has been recognized in the field of business intelligence. From the view of business intelligence, visual analytics aims for acquiring valuable insights for decision making by interactively visualizing a variety of business information. In this paper, we propose a treemap-based method for visualizing work-sharing relationships among business process performers. A work-sharing relationship is established between two performers who jointly participate in a specific activity of a business process and is an important factor for understanding organizational structures and behaviors in a process-centric organization. To this end, we design and implement a treemap-based visualization tool for representing work-sharing relationships as well as basic hierarchical information in business processes. Finally, we evaluate usefulness of the proposed visualization tool through an operational example using XPDL (XML Process Definition Language) process models.

☞ keyword : Business Process Management, Visual Analytics, Business Process Performer, Work-Sharing Relationship, Treemap

1. 서 론

최근에 비즈니스 인텔리전스(Business Intelligence, 이하 BI) 분야에서 비주얼 애널릭티스(Visual Analytics) 기술의 중요성이 강조되고 있다. 비주얼 애널리틱스 기술은 BI 과정에서 수집된 다양한 관점의 비즈니스 관련 정보들을 인터랙티브하게 시각화하고, 시각화 결과에 대한 반복적인 탐색(exploration) 및 피드백 과정(feedback-loop)을 통해 의사결정에 유용한 인사이트를 발견하도록 지원한다[1,2]. 특히 조직의 업무 처리를 자동화하고, 지속적으로 관리하기 위한 비즈니스 프로세스 관리(Business Process Management, 이하 BPM) 분야에서 비즈니스 프로세스 정보의 시각화 및 관련 인사이트 발견을 위한 비주얼 애널리틱스 기술이 중요해지고 있는 시점이다.

본 논문에서는 비즈니스 프로세스 모델로부터 발견된 수행자들간의 업무공유(work-sharing) 관계들을 시각화하기 위한 방법을 제안한다. 비즈니스 프로세스 분석은 크게 제어흐름(control-flow), 데이터, 조직 및 자원 관점에서

[1] Dept. of Computer Science, Kyonggi University, Gyeonggi-do, 16227, South Korea.
* Corresponding author (kwang@kgu.ac.kr)
[Received 9 May 2016, Reviewed 18 May 2016, Accepted 1 June 2016]
☆ This work was supported by Kyonggi University's Graduate Research Assistanship 2016. Also, this work was partially supported by the GRRC contents convergence software research center at Kyonggi University.

수행될 수 있는데, 업무공유 관계는 조직 관점의 분석 요소로서, 비즈니스 프로세스를 구성하는 특정 단위 업무에 공통적으로 참여하는 수행자들간의 연결 관계를 말한다. 이를 계층적 정보 시각화에 적합한 트리맵(treemap)[3]에 적용함에 따라, 비즈니스 프로세스 수행자에 대한 계층적 정보와 조직 관점의 업무공유 관계를 동시에 시각화할 수 있다. 이를 위해, 본 논문에서는 비즈니스 프로세스 모델로부터 업무공유 관계를 분석하기 위한 이론적 과정과 최종적으로 분석 결과를 트리맵으로 나타내는 시각화 도구를 설계 및 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 비즈니스 프로세스 데이터 시각화에 관련된 선행 연구들과, 조직 관점의 비즈니스 프로세스 분석 관련 선행 연구들에 대하여 서술한다. 3장에서는 비즈니스 프로세스 수행자간 업무공유 관계의 개념과 이에 대한 이론적 분석 과정에 대해서 설명한다. 4장에서는 업무공유 관계 시각화를 위한 트리맵의 설계 및 구현에 대한 내용과 이에 대한 실행 예제에 대해 설명한다. 끝으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 비즈니스 프로세스 데이터 시각화

일반적으로, 비즈니스 프로세스 관리 과정에서 다양한 비즈니스 프로세스 관련 데이터들이 생성된다. 이에 따라, 비즈니스 프로세스 데이터와 분석 결과를 요약하여 제한된 화면위에 효과적으로 나타내기 위한 시각화 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 본 절의 관련 연구를 비즈니스 프로세스 모델 시각화[4-6]와 비주얼 애널리틱스[7,8]로 나누어 정리하였다.

Albrecht et al.[4]은 대규모의 테스크들로 구성된 복잡한 비즈니스 프로세스 모델을 효과적으로 시각화하기 위한 그래프 레이아웃 알고리즘을 제안하였다. 이와 비슷하게 Reichert et al.[5]은 사용자가 시각화 옵션을 정의하고, 이를 기반으로 비즈니스 프로세스 모델을 유연한 형태로 시각화하기 위한 메커니즘 및 알고리즘을 제안하였다. [4]의 경우 단순히 복잡한 비즈니스 프로세스 모델에 대한 사용자의 인지성(perceptibility)을 높이기 위한 그래프 레이아웃 알고리즘을 제안하였다면, [5]는 사용자의 임의대로 축소(reduction), 통합(aggregation)과 같은 시각화 매개변수들을 설정함으로써, 모델의 일부를 추상화하여 시각화하고, 이를 통해 사용자가 관심 있는 특정 모델 부분에 집중하도록 하였다. 한편, Kriglstein et al.[6]은 비즈니스 프로세스 모델이 지속적으로 수정되는 과정에서 발생하는 모델의 변경 이력들을 시각화함으로써 모델의 형상관리를 용이하게 하였다. 위의 연구들은 다양한 관점에서의 비즈니스 프로세스 시각화가 아닌, 비즈니스 프로세스 모델 자체에 대한 시각화에 중점을 두었기 때문에, 활용될 수 있는 영역이 한정된다는 단점을 가진다.

한편, 비즈니스 프로세스 자체가 아닌, 다양한 관점으로 분석하고 이를 시각화하기 위한 연구로서 Aalst et al.[7]은 프로세스 실행 로그 기반의 시공간 비주얼 애널리틱스 기법을 제안하였는데, 시각화된 지도 위에 시계열 형태의 프로세스 실행 관련 데이터를 증강하고, 이를 시간 축에 따라 애니메이션으로 재생하여 프로세스 실행 결과와 관련된 시공간 정보를 시각화하였다. Hao et al.[8]은 비즈니스 프로세스 실행 기록에서 관련 속성들을 추출하고, 추출된 속성들과 경영지표(business metrics)간에 상관관계를 원형 그래프의 형태로 시각화하였다. 속성-지표간 상관관계의 시각화를 통해, 실행 관련 속성들이 비즈니스 성능에 미치는 영향을 분석하고 비정상(anomaly)적인 행위를 탐지하도록 하였다.

2.2 조직 관점의 비즈니스 프로세스 분석

비즈니스 프로세스 분석은 제어흐름, 데이터, 조직 및 자원과 같은 관점에서 수행될 수 있는데, 본 절의 조직 관점 분석 관련 연구는 크게 비즈니스 프로세스 중심의 조직 업무 네트워크 분석[9-12]과 개별적인 비즈니스 프로세스 수행자 분석[13,14]으로 나뉘어진다.

Aalst et al.[9]은 프로세스 실행 로그로부터 수행자들간의 소셜 네트워크를 발견하고, 이와 관련된 측정지표들의 설계와 소셜 네트워크 분석 기법들을 적용하여 비즈니스 프로세스를 중심으로 한 조직 업무 네트워크를 분석하고자 하였다. 이와 비슷한 연구로서, Song[10]과 Kim[11]은 비즈니스 프로세스 모델로부터 조직 업무 네트워크를 발견 및 분석하고자 하였다. Hong et al.[12]은 더 나아가, 조직 업무 네트워크의 발견 및 분석의 결과를 토대로 조직 구조를 재설계하기 위한 방법론을 제안하였다.

위의 연구들과 달리, Pika et al.[13]은 비즈니스 프로세스 수행과 관련하여 개별적인 인적 자원들의 업무 숙련도(skills), 활용도(utilisation), 선호도(preferences), 생산성(productivity), 협업도(collaboration) 등을 측정하기 위한 지표들을 설계하고, 프로세스 실행 로그로부터 이를 분석하기 위한 프레임워크를 제안하였다. 이외에도 비즈니스 프로세스 수행자의 업무할당 정보를 분석하여, 이를 토대

로 업무 효율성을 높이기 위한 연구가 있었다[14].

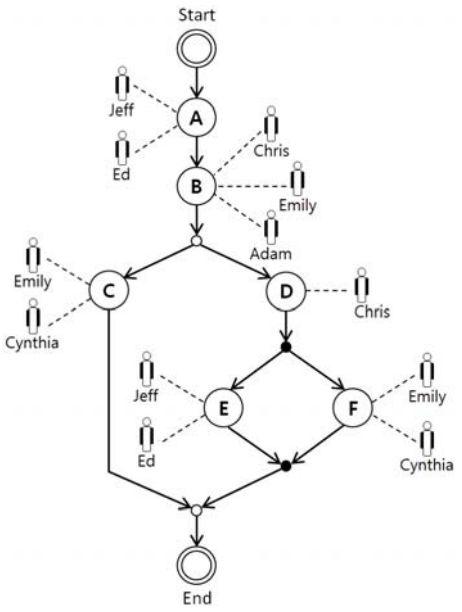
본 논문에서는 조직 관점의 비즈니스 프로세스 분석에 초점을 맞추는 동시에, 그동안 고려되지 않았던 비주얼 애널리틱스 측면에서 비즈니스 프로세스 정보에 적합한 시각화 도구를 설계하고 구현했다는 측면에서 위의 관련 논문들과 차별성을 가진다.

3. 비즈니스 프로세스 수행자간 업무공유 관계

본 장에서는 비즈니스 프로세스 수행자간 업무공유 관계의 개념을 정의하고, 비즈니스 프로세스 모델에서부터 업무공유 관계를 발견 및 수치화하는 이론적 과정에 대해서 설명한다.

3.1 비즈니스 프로세스 모델

일반적으로 비즈니스 프로세스의 개념은 조직의 가치를 창출하기 위한 일련의 비즈니스 활동으로 정의된다. 이러한 비즈니스 프로세스를 수리적 또는 정형적으로 분석하거나, 시스템적으로 실행 가능한 형태로 명세하기 위한 다양한 모델들이 존재한다. 다음 그림 1은 비즈니스 프로세스 모델을 가시적 표기법으로 나타낸 예제이다.

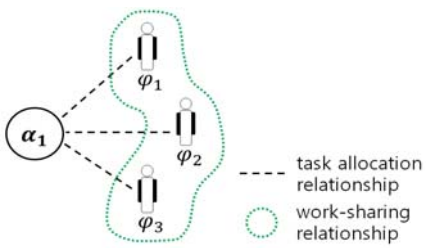


(그림 1) 비즈니스 프로세스 모델 예제
(Figure 1) Example of business process model

비즈니스 프로세스 모델은 기본적으로 시작, 종료 이벤트(◎)를 포함하며, 순서를 가지는 단위 업무들의 집합(A~F)으로 표현된다. 제어흐름 요소로서, 선택적 분기(OR-split, ○)와 병렬적 분기(AND-split, ●) 등이 있다. 화살표(→)는 단위 업무간의 전이관계(transition)를, 점선(---)은 단위 업무와 수행자 사이의 할당 관계(task allocation)를 나타낸다. 그림 1의 경우, 총 6명의 비즈니스 프로세스 수행자들과 총 6개의 단위 업무(A ~ F)들로 구성된 비즈니스 프로세스 모델 예제이다.

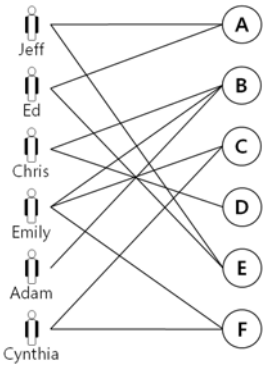
3.2 수행자간 업무공유 관계

수행자간 업무공유 관계는 비즈니스 프로세스를 구성하는 특정 단위 업무에 공통적으로 참여하는 수행자들간의 연결 관계를 말한다. 관계의 빈도가 높을수록 수행자간에 밀접한 업무관계가 존재한다고 해석할 수 있다. 아래 그림 2는 업무공유 관계의 기본적인 개념을 나타낸다. 수행자 φ_1, φ_2 그리고 φ_3은 단위 업무 α_1에 공통적으로 참여하고 있으므로, 세 명의 수행자 그룹 내에서는 업무공유 관계가 존재한다.



(그림 2) 수행자간 업무공유 관계의 개념
(Figure 2) Concept of work-sharing relationship among performers

수행자간 업무공유 관계를 수치화하기 위해서는 제어흐름 중심의 비즈니스 프로세스 모델로부터 수행자-업무간의 소속 네트워크[11]를 발견하는 과정이 요구된다. BPMN(Business Process Model and Notation) 또는 XPDL(XML Process Definition Language)과 같은 비즈니스 프로세스 정의를 위한 국제 표준규격에 따르면, 비즈니스 프로세스 모델을 명세할 때, 단위 업무와 이를 담당하는 수행자간의 할당관계 정보를 필수적으로 포함하도록 하고 있다. 그러므로, 수행자-업무 할당관계를 바탕으로 그림 3과 같은 수행자-업무간 소속 네트워크를 발견할 수 있다.



(그림 3) 그림 1 모델로부터 발견한 수행자-업무 소속 네트워크
(Figure 3) The performer-activity affiliation network discovered from the model in Figure 1

그림 3의 수행자-업무 소속 네트워크를 다음 표 1과 같은 소속 행렬의 형태로 나타낼 수 있다. h 크기의 수행자 수와 g 크기의 업무로 구성된 소속 네트워크의 경우, 이에 대한 소속 행렬 X는 $h \times g$ 크기를 가진다. 그러므로, 수행자 φ_i와 업무 α_j 간의 연결 관계를 나타내는 원소 값 x_{ij}는 다음과 같은 조건을 가진다.

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \varphi_i \text{와} \alpha_j \text{사이의 연결 관계 존재} \\ 0 & \text{해당 없음} \end{cases} \quad (1)$$

(표 1) 그림 3의 수행자-업무 소속 네트워크에 대한 소속 행렬 $X = [x_{ij}]_{6\times6}$
(Table 1) The affiliation matrix $X = [x_{ij}]_{6\times6}$ for the performer-activity network in Figure 3

	A	B	C	D	E	F
Jeff	1	0	0	0	**1**	0
Ed	1	0	0	0	**1**	0
Chris	0	**1**	0	**1**	0	0
Emily	0	**1**	**1**	0	0	**1**
Adam	0	**1**	0	0	0	0
Cynthia	0	0	**1**	0	0	**1**

표 1의 소속 행렬 X과 역행렬 X^{-1}의 행렬 곱 XX^{-1}을 통해 수행자간 업무공유 관계를 나타내는 X^P를 계산할 수 있으며, 그 결과는 다음 표 2와 같다.

(표 2) 업무공유 관계를 나타내는 행렬 $X^P = [p_{ij}]_{6\times6}$
(Table 2) The matrix $X^P = [p_{ij}]_{6\times6}$ representing work-sharing relationships

	Jeff	Ed	Chris	Emily	Adam	Cynthia
Jeff	**2**	**2**	0	0	0	0
Ed	**2**	**2**	0	0	0	0
Chris	0	0	**2**	**1**	**1**	0
Emily	0	0	**1**	**3**	**1**	**2**
Adam	0	0	**1**	**1**	**1**	0
Cynthia	0	0	0	**2**	0	**2**

위의 행렬 X^P의 원소 값 p_{ij}는 다음과 같은 조건을 가진다. 행렬의 대각원소들을 제외한 나머지 행렬 원소 $p_{ij}(i \neq j)$는 수행자 φ_i와 φ_j간의 업무공유 관계의 빈도 값을 나타낸다.

$$p_{ij} = \begin{cases} i = j & \varphi_i \text{가 참여하는 단위 업무의 수} \\ i \neq j & \varphi_i \text{와} \varphi_j \text{사이의 업무공유 관계 빈도} \end{cases} \quad (2)$$

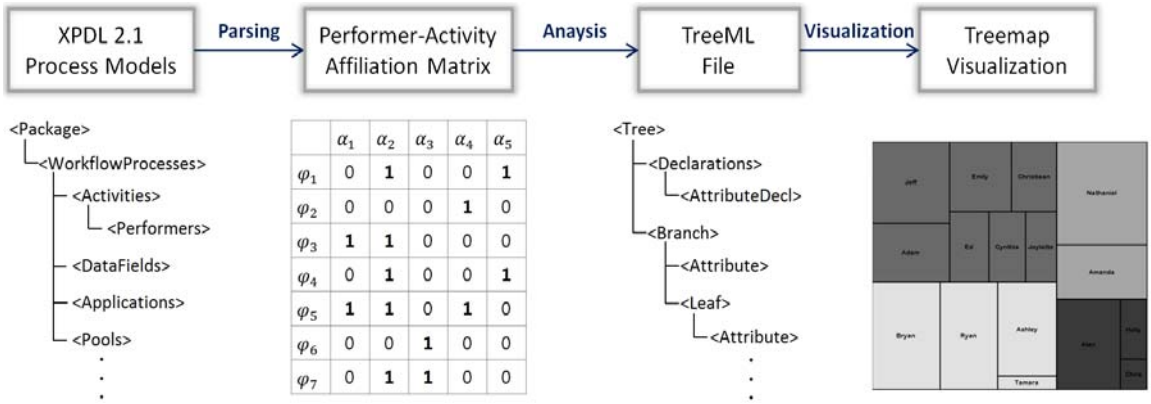
4. 트리맵을 이용한 업무공유 관계 시각화

앞의 장에서는 비즈니스 프로세스에 참여하는 수행자간의 업무공유 관계의 개념과 이를 수치화하는 과정에 대해서 설명하였다. 본 장에서는 업무공유 관계를 트리맵으로 시각화하기 위한 설계 내용과 이의 구현 도구 및 실행 예제에 대해서 설명한다.

4.1 시각화 도구

트리맵을 이용한 업무공유 관계 시각화 도구의 개념적인 실행 과정은 다음 그림 4와 같다. 먼저, 입력 포맷인 XPDL 2.1 [15] 규격의 비즈니스 프로세스 모델을 파싱하여, 수행자와 업무간 할당 정보를 추출한다. 해당 정보는 XPDL 2.1 프로세스 모델의 <Activity> 태그 내에 있는 <Performer> 태그 정보에 명세되어 있다. 다음 단계에서는 추출된 수행자-업무간의 할당 정보를 바탕으로 소속 행렬을 생성하고, 수행자간 업무공유 관계를 계산한다.

파싱 및 업무공유 관계를 분석한 후에, 그 결과를 TreeML[16] 포맷으로 저장한다. TreeML은 계층적 데이터 구조를 저장하는 마크업 언어로서, 비즈니스 프로세스 모델의 파싱 및 분석 결과를 저장한다.



	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
φ_1	0	**1**	0	0	**1**
φ_2	0	0	0	**1**	0
φ_3	**1**	**1**	0	0	0
φ_4	0	**1**	0	0	**1**
φ_5	**1**	**1**	0	**1**	0
φ_6	0	0	**1**	0	0
φ_7	0	**1**	**1**	0	0

(그림 4) 시각화 도구의 전체 실행 과정
(Figure 4) Overall process of the visualization tool

```
<Activity Id="activity's Id">
    <Performers>
        <Performer>performer's Id</Performer>
```

(그림 5) 업무 할당 정보에 대한 XPDL 스키마 부분
(Figure 5) The part of the XPDL schema representing task allocation information

시각화 과정에서 미리 생성된 TreeML 파일을 재사용함으로써, 불필요한 전처리 과정의 중복을 피할 수 있다. 최종 단계에서는 저장된 TreeML 파일을 읽어서 트리맵의 형태로 시각화한다. 기본적으로 트리맵은 데이터의 계층적 구조를 시각화할 때 적합하며, 비즈니스 프로세스 데이터의 계층적 구조를 효과적으로 나타낼 수 있다. 본 논문에서는 트리맵 시각화의 기본적인 기능에 추가하여, 트리맵을 구성하는 노드들에 해당하는 수행자들간의 업무공유 관계를 시각화하는 도구를 구현하였다.

(표 3) 시각화 도구 개발환경
(Table 3) Development environments of the visualization tool

프로그래밍 언어	Java Development Kit 1.8
비즈니스 프로세스 모델 표준	XPDL 2.1
정보 시각화 프레임워크	Prefuse

4.2 트리맵 시각화 설계

수행자간의 업무공유 관계를 시각화하는 트리맵을 구현하기 위해 컬러 코딩(color-coding), 노드 사이징(sizing), 레이블링(labeling), 하이라이팅(highlighting)과 같은 시각화 옵션에 대한 설계 내용은 다음과 같다.

4.2.1 컬러 코딩

트리맵 시각화에서 컬러 코딩 기법은 시각화되는 개별적인 객체들을 특징 요소에 따라 분류할 때 용이하다. 구현한 시각화 도구에서는 트리맵의 단말 노드(leaf node)에 해당되는 비즈니스 프로세스 수행자가 소속된 계층 정보에 따라 노드 색상이 결정되도록 설계하였다. 트리맵을 구성하는 데이터 구조는 k의 깊이를 가지는 트리 $T = T_0 \cup T_1 \cup \ldots T_k$ 로 나타낼 수 있는데, T_k 는 수행자들을 나타내는 단말 노드들로 구성되며, 노드의 색상은 해당 단말 노드의 조상 노드(ancestor node) $T_a (0 \le a < k)$ 의 유형에 따라 결정된다. 즉, 다양한 개체 유형(entity type)을 포함하고 있는 XPDL 표준에서 수행자 개체 유형은 <Performer> 태그로 정의되는데, <Lane> (수행자가 소속된 역할) 또는 <Pool> (수행자가 소속된 조직단위)와 같은 개체 유형들이 자원 관점에서 조상 노드가 될 수 있다. 또한 제어흐름 관점에서 수행자가 참여하고 있는 <Package> 또는 <WorkflowProcess>와 같은 개체 유형을 조상 노드로 적용할 수 있다. 다른 적용 예로서, 트리맵 시각화에 비즈니스 프로세스 모델에 정의되지 않은 별도의 조직도 정보를 적용할 경우, 수행자가 소속된 부서 또는 팀 정보를 조상 노드로 적용할 수 있다.

4.2.2 노드 사이징

시각화 객체의 사이즈는 일반적으로 해당 객체가 지닌 상대적인 비중 또는 중요성을 나타낸다. 본 논문의 트리맵에서는 Bruls et al.[3]의 squarify 알고리즘을 기반으로 다양한 수치 및 비율형 데이터(ratio data)를 적용하여 단말 노드의 크기와 영역을 계산하도록 구현하였다. 예를 들어, 중심성(centrality)과 같은 소셜 네트워크 분석 기법이나, 전체 대비 수행자가 처리한 워크아이템(work-item) 수와 같은 비율형 데이터를 단말 노드의 크기에 반영할 수 있다.

4.2.3 레이블링

레이블링은 시각화된 객체들을 식별화하기 위해 객체를 대표하는 텍스트 정보를 객체 주변에 시각화 하는 기법이다. 본 논문에서는 각각 단말 노드 위에 수행자의 이름을 시각화하도록 구현하였다. 부가적으로 단말 노드의 크기 및 영역과 수행자 이름의 길이를 고려하여 폰트 크기를 자동으로 조절하도록 구현하였다.

4.2.4 하이라이팅

하이라이팅은 특정 객체들을 부각하기 위한 시각화 기법으로 보통 키보드 또는 마우스 입력과 같은 유저와의 상호작용에 관련된 이벤트들에 반응하도록 구현한다. 본 논문에서는 하이라이팅 효과를 통해 업무공유 관계를 시각화하도록 구현하였다. 특정 단말 노드를 클릭할 경우, 해당 수행자와 업무공유 관계를 가지는 다른 수행자들에 대한 단말 노드들을 시각화하며, 나머지 노드 그룹들은 숨김(hiding)으로 표현한다. 업무공유 관계를 가지는 수행자들을 차별적으로 시각화하기 위해 관계의 강도를 기반으로 그레이 스케일(grayscale)과 채도(saturation)를 이용하여 노드를 시각화하였다. 이를 위한 업무공유 관계 빈도의 최대 측정값 수식은 다음과 같다.

$$p_{\max} = \max(p_{ij}), i \neq j \tag{3}$$

p_{ij} 는 표 2와 같은 두 수행자 i와 j 사이의 업무공유 관계 빈도를 나타내는 행렬의 원소이며, $p_{\max}$ 는 행렬에서의 최대 원소 값(대각원소 제외)으로서 측정된 업무공유 관계 빈도의 최대 값을 나타낸다. 수식 3 을 바탕으로 계산되는 두 수행자 i와 j 사이의 업무공유 관계 강도에 대한 수식은 다음과 같다.

$$str_{ij} = \frac{p_{ij}}{p_{\max}}, i \neq j \tag{4}$$

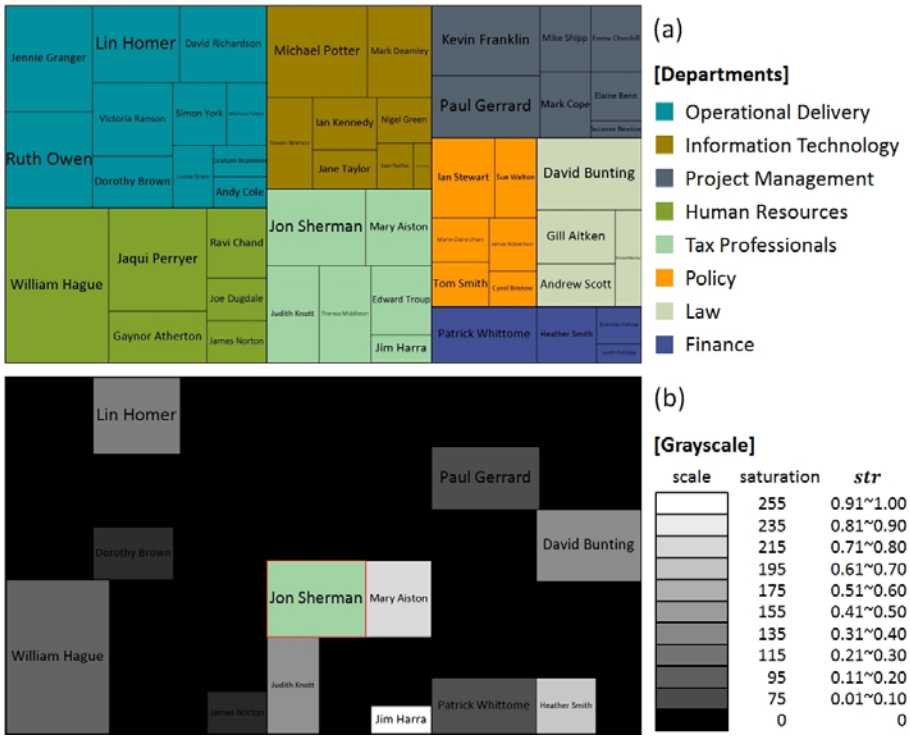
4.3 실행 예제

시각화 도구의 실행 예제로서 세 개의 가상 비즈니스 프로세스 모델을 포함하는 XPDL 2.1 프로세스 패키지로부터 수행자간 업무공유 관계를 분석 및 시각화하였으며, 조직 측면에서 수행자의 계층 정보를 시각화하기 위해 추가적으로 영국 관세청(Her Majesty's Revenue and Customs, HMRC)의 조직도 정보[17]를 일부 적용하였다. 실행 예제의 시각화 속성에 대한 설정은 다음 표 4와 같다. 트리맵의 깊이 0에 해당되는 루트 노드는 비즈니스 프로세스 패키지 (XPDL 스키마에서 <Package> 태그)이며, 깊이 1의 노드는 HMRC 조직도에서 추출한 부서 정보이다. 그리고 깊이 2의 단말 노드는 각각의 비즈니스 프로세스 수행자를 나타낸다. 각각의 단말 노드의 색상은 해당 수행자의 부서 정보에 따라 결정되며, 노드 사이징 속성에는 소셜 네트워크 분석 기법인 연결 중심성(degree centrality)[18] 을 적용하였다.

(표 4) 예제의 시각화 속성 설정
(Table 4) Visualization setup of the example

시각화 속성	상세 내용
깊이-0 루트 노드	비즈니스 프로세스 패키지
깊이-1 노드	부서
깊이-2 단말 노드	비즈니스 프로세스 수행자
컬러 코딩	부서별 색상
노드 사이징	연결 중심성
레이블링	비즈니스 프로세스 수행자의 이름
하이라이팅	업무공유 관계 시각화
총 수행자 수	52 명

표 4의 설정 내용을 바탕으로, 다음 그림 6은 트리맵 시각화 결과와 특정 수행자에 대한 업무공유 관계의 시각화 결과를 각각 나타낸다. 그림 6(a)은 초기 상태의 트리맵 시각화 결과로서, 비즈니스 프로세스 패키지에 참여하는 총 52명의 수행자가 단말 노드로 표현되며, 단말 노드의 색상을 결정하는 8개의 부서가 깊이-1 노드로 시각화되었다. 그림 6(b) 는 특정 수행자 "Jon Sherman" 노드를 클릭했을 때, 이에 대한 하이라이팅 효과로서 "Jon Sherman" 과 업무공유 관계를 가지는 수행자 노드들과



(그림 6) (a)트리맵 시각화 결과 (b)하이라이팅 효과로서 수행자 "Jon Sherman"과 다른 수행자들간의 업무공유 관계를 시각화한 결과

(Figure 6) (a)Visualization result of the treemap (b)Visualization of work-sharing relationships among the performer "Jon Sherman" and the others in highlighting effect

이에 대한 강도를 시각화한 결과이다. 강도 str 은 [0,1) 의 값 범위를 가지는데, 11개의 구간 별로 나누어서 다른 채도를 적용하였다. 특히, 업무공유 관계의 유무에 대한 사용자의 인지성을 고려해 업무공유 관계가 없는 수행자 ($str = 0, saturation = 0$)와 업무공유 관계를 가지는 수행자($str > 0, saturation \geq 75$)들의 채도 차이를 크게 적용하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 BPM 기반 비주얼 애널리틱스를 위한 시각화 타입에 대한 연구로서, 비즈니스 프로세스 수행자들간의 업무공유 관계를 시각화하는 트리맵을 설계 및 구현하였다. 기본적인 업무공유 관계의 개념 및 이론적 분석 과정을 바탕으로, 계층적 정보 시각화에 유용한 트리맵에 업무공유 관계를 추가적으로 시각화하도록 설계하였다. 결론적으로 구현된 트리맵은 비주얼 애널리틱스 수행 환경에서 계층적 관점과 조직 관점의 분석 및 탐색 활동을 지원할 수 있다. 조금 더 폭넓은 비주얼 애널리틱스를 지원하기 위한 향후 연구로서, 비즈니스 프로세스 수행자간의 추가적인 관계 유형과 이에 대한 분석 결과를 트리맵 시각화에 적용하고자 한다.

참 고 문 헌 (Reference)

[1] "Visual Analytics", Wikipedia: The Free Encyclopedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_analytics

[2] D. Keim, et al., Mastering the Information Age: Solving Problems with Visual Analytics, Eurographics Association, 2010. http://diglib.eg.org/handle/10.2312/14803

[3] M. Bruls, K. Huizing, J. J. van Wijk, Squarified Treemaps, Springer Vienna, 2000. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-7091-6783-0_4

[4] B. Albrecht, et al., "An Automatic Layout Algorithm for BPEL Processes," in *Procs. of the 5th International Symposium on Software Visualization*, pp. 173-182, ACM, 2010. http://dx.doi.org/10.1145/1879211.1879237

[5] M. Reichert, R. Bobrik, T. Bauer, "Enabling Personalized Visualization of Large Business Processes through Parameterizable Views," in *Procs. of the 27th ACM Symposium On Applied Computing*, pp. 1653-1660, ACM Press, 2012. http://dx.doi.org/10.1145/2245276.2232043

[6] S. Kriglstein, S. Rinderle-Ma, "Change Visualizations in Business Processes," in *Procs. of the International Conference on Information Visualization Theory and Applications*, SciTePress, 2012. http://eprints.cs.univie.ac.at/3422

[7] W. M. P. van der Aalst, M. de Leoni, H. M. ter Hofstede, "Process Mining and Visual Analytics: Breathing Life into Business Process Models," *BPM Center Report BPM-11-16*, BPMcenter.org, 2011. http://eprints.qut.edu.au/80369

[8] M. C. Hao, et al., "Business Process Impact Visualization and Anomaly Detection," *Information Visualization*, Vol. 5, pp. 15-27, 2006. http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.ivs.9500115

[9] W. M. P. van der Aalst, M. Song, "Mining Social Networks: Uncovering Interaction Patterns in Business Processes," *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 3080, pp. 244-260, 2004. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-25970-1_16

[10] I. Choi, et al., "Analysis of Social Relations Among Organizational Units Derived from Process Models and Redesign of Organization Structure," *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, Vol. 33, No. 1, pp. 11-25, 2007. http://repository.tue.nl/647808

[11] K. P. Kim, "Discovering Activity-Performer Affiliation Knowledge on ICN-based Workflow Models," *Journal of Information Science and Engineering*, Vol. 29, pp. 79-97, 2013. http://dblp.l3s.de/d2r/page/publications/journals/jise/Kim13a

[12] S. Hong, et al., "A Methodology for Redesigning an Organizational Structure based on Business Process Models using SNA Techniques," *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, Vol. 8, No. 7(B), pp. 5411-5424, 2012.

[13] A. Pika, et al., "An Extensible Framework for Analysing Resource Behaviour Using Event Logs," in *Procs. of the 28th International Conference on Advanced Information Systems Engineering*, pp. 564-579, 2014. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-07881-6_38

[14] J. Ha, "Optimizing Task Assignment in Business Process Environments Considering Collaborative Works," Ph. D. Dissertion, Dept of Industrial Engineering, Pusan National University, 2012. http://www.riss.kr/link?id=T12667962

[15] Workflow Management Coalition: XML Process Definition Language (XPDL) Version 2.1, WFMC-TC-1025, 2008. http://www.xpdl.org/standards/xpdl-2.1/WFMC-TC-1025-Oct-03-08-2-1.pdf

[16] TreeML (Tree Markup Language), *IEEE Symposium on Information Visualization*, 2003.

[17] Senior Posts in HMRC's Organisation Structure, http://www.gov.uk/government/publications/senior-posts-in-hmrcs-organisation-structure

[18] D. Knoke, S. Yang, Social Network Analysis - 2nd Edition, Series: Quantitative Applications in the Social Sciences, SAGE Publications, 2008. http://www.sagepub.in/books/Book228826/authors

◐ 저 자 소 개 ◑

안 현 (Hyun Ahn)
2011년 경기대학교 컴퓨터과학과 졸업(학사)
2013년 경기대학교 컴퓨터과학과 졸업(석사)
2013년~현재 경기대학교 컴퓨터과학과 재학(박사 과정)
관심분야 : 워크플로우, 비즈니스 프로세스 관리, 비즈니스 프로세스 인텔리전스
E-mail : hahn@kgu.ac.kr

김 광 훈 (Kwanghoon Pio Kim)
1984년 경기대학교 전자계산학과 졸업(학사)
1986년 중앙대학교 전자계산학과 졸업(석사)
1994년 University of Colorado at Boulder 컴퓨터과학과 졸업(석사)
1998년 University of Colorado at Boulder 컴퓨터과학과 졸업(박사)
1998년~현재 경기대학교 컴퓨터과학과 교수
관심분야 : 워크플로우, 비즈니스 프로세스 관리, RFID/USN, 미들웨어, Collaboration Technology
E-mail : kwang@kgu.ac.kr