

---

# 동화책에서의 삽화 자동 생성

삽화를 위한 사건 표현

## On the Automatic Generation of Illustrations for Events in Storybooks: Representation of Illustrative Events

백승철, Seung-cheol Baek\*, 이희진, Hee-Jin Lee\*\*, 박종철, Jong. C. Park\*\*\*

---

**요약** 여러 출판물, 특히 아동을 위한 출판물에는 삽화가 포함된다. 동화책 출판 과정에 삽화가 자동으로 생성된다면, 출판과정의 편의성이 더욱 높아질 것이다. 본 논문에서는 삽화를 생성하는 과정에서 객체들을 적절하게 배치하는 방법에 대하여 논의한다. 객체들을 적절하게 배치하기 위해서는 객체들이 불필요하게 겹치는 현상을 줄이고 글에 기술된 공간 상의 관계들을 만족하도록 해야 한다. 본 논문에서는 이러한 공간 상의 관계가 표현되도록 삽화로 생성하고자 하는 자연언어문장을 트리 및 술어-논항 구조를 이용하여 나타내는 방법을 제안한다. 이어서 이로부터 트리구조의 단일화, 영역 연결 계산을 이용하여 삽화를 생성하는 과정을 논의한다.

**Abstract** Storybooks, especially those for children, may contain illustrations. An automated system for generating illustrations would help the production process of storybook publishing. In this paper, we propose a method for automatically generating layouts of objects during generating illustrations. In generated layouts, it is preferred to avoid unnecessary overlap between objects, corresponding to the spatial information in storybooks. We first define a representation scheme for spatial information in natural language sentences using tree structures and predicate-argument structures. Unification of tree structures and Region Connection Calculus are then used to manipulate the information and generate corresponding illustrations.

**핵심어:** *Illustration, Natural Language Processing, Content-Authoring, Representation*

본 연구는 첨단정보기술 연구센터를 통하여 과학재단의 지원과 뇌과학연구센터를 통하여 산업자원부의 지원을 받았음

\*주저자 : 한국과학기술원 전산학과 석사 과정 e-mail: scbaek@nlp.kaist.ac.kr

\*\*공동저자 : 한국과학기술원 전산학과 박사 과정 e-mail: heejin@nlp.kaist.ac.kr

\*\*\*교신저자 : 한국과학기술원 전산학과 교수 e-mail: park@nlp.kaist.ac.kr

## 1. 서론

삽화의 자동 생성 기술은 동화 책을 출판하는데 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라, 독자의 요구에 맞추어 즉각적으로 삽화를 생성하는 데에도 사용될 수 있다. 본 논문에서는 이와 같은 삽화 자동 생성 기술에 대하여 논의한다.

삽화 자동 생성 기술은 자연언어를 이해하고 이렇게 이해한 내용을 그림으로 표현하는 기술이다. 동화와 같은 서사문학에서의 문장들은 시간의 흐름에 따라 변화하는 일들을 주로 기술하므로 등장하는 공간들에 대하여 정확한 정보를 표현하고 있는 경우는 많지 않다. 그러므로 동화 글에서 삽화를 생성하기 위해서는 기술되지 않은 객체들의 공간 상의 관계들도 고려하여야 한다.

삽화에서는 여러 객체들이 등장하게 하는데 등장한 객체의 일부가 다른 객체에 가려져서 보이지 않을 수 있다. 그런데 다른 객체들에 의해 너무 많이 가려진 객체는 잘 보이지 않을 수 있다. 객체들을 삽화 내에서 명확히 표현하기 위해서는 객체들이 서로 불필요하게 겹치지 않게 하는 것이 좋을 것이다. 그러나 기술된 글의 내용에 따라 다른 객체에 가려져야 하는 경우도 있다<sup>1</sup>. 이러한 경우에도 두 객체를 분리하는 방향으로 삽화를 생성한다면, 생성된 삽화는 표현하고자 하는 글의 내용을 제대로 표현하지 못하는 것이 된다. 또 각 객체의 특정 부위만이 겹쳐야 하는 경우도 있다. 이러한 경우에 겹칠 필요가 없는 다른 부위는 겹치지 않게 놓는 것이 좋을 것이다. 본 논문에서는 글에서 기술된 객체들간의 공간 상의 관계를 유지하면서 불필요한 객체들의 겹친 현상을 줄이기 위하여 객체들의 부위들을 적절히 배치하는 방법에 대해 논의한다.

객체가 다른 객체에 가려지는 것은 객체가 차지하는 영역이 다른 객체가 차지하는 영역과 그 일부를 공유하기 때문이다. 이러한 점을 고려하여, 본 논문에서는 객체들의 공간 상의 관계를 이들을 나타내는 2 차원 영역들 간의 관계로 정의하고 이를 포함 관계, 중첩 관계, 서로소 관계로 나누어 고려한다. 본 논문에서 포함관계는 어떤 객체가 차지하는 모든 영역이 다른 객체가 차지하는 영역 내에 속한 경우를, 중첩 관계는 포함 관계는 아니지만 두 객체가 차지하는 일부 영역이 같은 경우를, 서로소 관계는 포함관계도 중첩관계도 아닌 경우를 일컫는다. 동화 글에 나타난 객체들 간의 포함 관계를 나타내기 위하여 트리

구조를 사용하며, 중첩 관계와 서로소 관계를 나타내기 위해서는 술어-논항 구조를 사용한다.

본 논문에서 제안하는 삽화 생성 과정은 다음과 같다. 동화글의 문장으로부터 문장 분석을 통하여 추출된 객체들간의 공간 상 관계정보를 트리 및 술어-논항 구조로 저장한다. 여러 단위 문장에서 추출된 트리 및 술어-논항 구조들은 단일화 과정을 통하여 통합되는데, 이는 복수 문장의 정보를 활용하여 좀더 동화 글의 내용을 잘 반영하는 삽화를 만들 수 있도록 해 준다. 이렇게 통합된 트리 및 술어-논항 구조를 기반으로 명시적으로 나타나 있지 않은 공간 상의 관계들을 영역연결계산을 이용한 추론을 통해 찾아낸다. 더 이상의 공간 상의 관계를 찾을 수 없는 객체들 간의 공간 상 관계는 서로소 관계인 것으로 간주한다. 이어서 이 확장된 트리 및 술어-논항구조의 정보를 이용하여 삽화를 생성한다. 그림 1 은 이러한 과정을 도식화하고 있다.

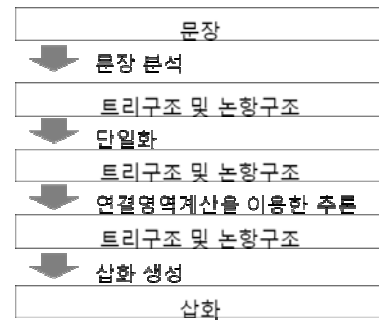


그림 1. 삽화 생성의 개략적 과정

본 논문의 2 절에서는 삽화 생성에 관련된 연구들을 소개하고 이어서 3 절에서는 트리 및 술어-논항 구조에 대하여 논의한다. 4 절에서는 트리 및 술어-논항 구조의 결합 방법에 대하여 논의하며, 5 절에서는 영역 연결 계산을 이용하여 트리 및 술어-논항 구조에서 암시적으로 나타난 공간 상의 관계를 추론하는 방법에 대하여 논의한다. 6 절에서는 이러한 구조로부터 삽화를 생성하는 방법을 논의한다.

## 2. 관련 연구

삽화의 자동 생성은 크게 보아 자연언어로 기술된 글에서 그림을 생성하는 연구 분야에 속한다. 이러한 분야의 기존 연구로는 삽화 생성 연구[1], WordsEye[2], Text Animation[3] 등이 있다.

<sup>1</sup> 삼차원 공간 상의 정보를 삽화에 나타내기 위해서는 각 객체의 어느 면이 삽화 평면상에 보여지는지가 고려되어야 하는데, 본 논문에서는 대부분의 사람이 개별 물체의 정면이라고 생각하는 면이 삽화 평면상에 보여지도록 하였다. 이에 대해서는 결론에서 좀 더 논의한다.

기존의 삽화 생성 연구[1]에서는 그려질 사건 중에 주요 사건이라 불리는 사건을 기반으로 사건에 등장하는 객체들이 삽화 내에 놓일 위치가 정의된 레이아웃을 데이터베이스에서 가지고 온 후에, 보조사건에 기반하여 객체들의 자세를 결정하는 방식을 취하였다. 그러나 레이아웃을 만들던 당시에는 예상하지 못한 크기의 객체가 그려질 경우에는 주위의 다른 객체를 의도하지 않게 가릴 수 있다. 또한, 만들어져 있지 않은 레이아웃은 취할 수 없으므로 삽화 내에 등장할 수 있는 객체의 수가 제한된다. 본 논문에서는 동적으로 객체를 배치하여 예상하지 못한 크기의 객체나 객체의 수를 가진 사건도 잘 처리를 하도록 하여 기존의 연구를 보완하고자 하였다.

WordsEye[2]는 자연언어로 기술된 상황정보를 삼차원 정지영상(static image)으로 나타내는 방법을 제안하였다. 이 시스템에서 객체를 삼차원 공간에 자연스럽게 배치하는데 관련된 처리 과정은 기술자 (depictor)를 생성하는 과정이다. 이 과정은 자연언어에 기술된 공간에 대한 기술을 저수준의 그림 기술(graphical specification)로 변환함으로써 이루어진다. 각 객체 모델의 부분에는 공간적 이름표 (spatial tag)가 할당되어 있다. 이 이름표를 이용하여 객체들 간의 위치를 표현한다. 그리고 객체들의 자세가 미리 정의되어 있는데, 자세는 객체의 일부분의 모양에 변형을 주는 형태로 표현한다. 이러한 자세들을 적용할 때에는 IK (inverse kinematics)를 사용하였다. 그러나 이러한 방법들은 3차원 공간에서의 객체들의 배치로써 2차원 이미지로의 변환을 위해서는 카메라의 설정이 필요하다. 이러한 카메라의 설정에 따라 최종 삽화에서의 객체들의 배치가 결정된다. 여기서 카메라는 객체들이 화면의 4분의 3을 차지하도록 설정하고 있다. 그러나 WordsEye에서는 불필요하게 객체들이 겹치는 현상을 되도록 줄이고자 하는 노력을 하지 않고 있다.

Text Animation[3]에서는 동화 글에서 동영상(dynamic animation)을 자동으로 생성하는 방법을 제안하였다. 3차원 공간에서 캐릭터들을 동화 글에 따라 움직이게 한 후에 이를 2차원 동영상으로 만든다. 2차원 동영상으로 만들 때에 카메라의 위치를 적절히 설정하는 기술, 장면 전환 기술들을 사용하고 있다. 그러나 결과물이 동영상이기 때문에 각 장면들에서 객체들이 불필요하게 겹치게 되는 현상에 대하여 특별히 다루지는 않고 있다.

### 3. 사건에 대한 표기

#### 3.1 트리구조와 술어-논항구조의 정의

본 소절에서는 공간 상 관계를 나타낼 수 있으며 문장에서 추출한 정보를 저장하기 용이한 구조로 트리 및 술어-논항 구조의 이용을 제안한다.

삽화는 각 영역이 표현하는 내용에 따라 여러 영역으로 분할 할 수 있으며, 각 영역들도 다시 여러 영역으로 분할 할 수 있다. 예를 들어, 사람을 나타내는 영역은 얼굴, 몸통, 팔, 다리를 나타내는 영역으로 분할 될 수 있다.

이러한 분할에 따라 삽화를 트리 구조로 표현 할 수 있다. 삽화를 나타내는 트리의 루트(root)는 일반적으로 사각형 모양의 평면형태를 가지는 영역인 개별 삽화를 의미한다. 루트의 자식 노드들은 글에서 언급되는 명사가 가리키는 대상이 된다. 본 논문에서는 이 명사가 가리키는 대상을 객체라 부르고 그 객체에 대응되는 노드를 객체 노드라고 부른다. 객체 노드의 이름은 문장 내에서 언급된 명사이다. 객체를 나타내는 노드들은 다시 자식 노드들을 가질 수 있는데, 이 자식 노드들은 해당 객체의 일부분을 나타낸다. 예를 들어, 사람 객체에 대응되는 노드(node)의 자식 노드 중에는 얼굴, 몸, 팔, 다리 등에 해당하는 노드들이 있을 수 있다. 이러한 각 노드들은 속성을 가지며, 각 속성은 이름과 값으로 구분된다. 표 1은 사람 및 사람의 일부분을 나타내는 노드가 가질 수 있는 속성의 종류들을 나타낸다.

사람	키, 성별, 자세, 피부색, 위치
얼굴	머리색, 볼색, 표정, 위치
몸통	위치
팔	자세, 위치
다리	자세, 위치

표 1. 사람 및 사람의 일부분을 나타내는 노드의 속성들의 예

자연언어에서 자동사는 주격의 속성을 표현하지만, 타동사는 두 객체 간의 관계를 나타낸다. 이러한 관계를 본 논문에서는 Predicate1(ID, Node1) ^ Predicate2(ID, Node1)의 형태로 표현하고자 한다. 여기서 Predicate1 과 Predicate2 는 짝을 이루며, ID 는 두 술어-논항 구조를 연결해주는 역할을 한다. 예를 들어 (1)의 문장은 그림 2(a)와 같은 트리로 표현할 수 있는데 이러한 트리는 손잡이를 철이가 잡고 있다는 정보를 나타내지 못한다. 이를 잡는이(x, 철이.손) ^ 잡다(x, 문.손잡이)이라는 술어-논항 구조로 기술하여 나타낼 수 있다.

(1) 철이가 문에 달린 노란 손잡이를 잡았다.

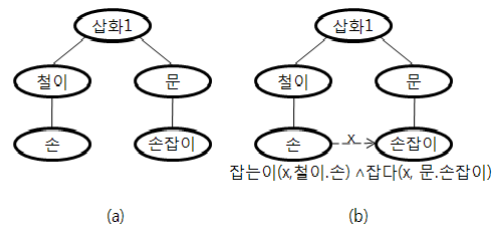


그림 2. (1)의 문장이 나타내는 정보의 표기.  
(a) 트리 구조, (b) 트리 및 술어-논항 구조.

이러한 술어-논항구조를 이용하여 객체들간의 중첩 관계나 서로소 관계를 알 수 있게 된다. 예를 들어, 잡는이(x, 철이.손) ^ 잡다(x, 문.손잡이)의 술어-논항 구조를 통해 손잡이와 손간에 중첩관계가 있음을 알 수 있다. 또 '책에서 연필이 떨어졌다.'는 문장의 의미를 담고 있는 술어-논항 구조 떨어진것(x, 연필) ^ 떨어진곳(x, 책)를



그림 3. 문장 (1)을 CCG 으로 분석한 결과

통해 책과 연필의 영역이 서로소 관계가 있음을 알 수 있다.

### 3.2 문장 분석

본 소절에서는 각 문장에 대해서 결합 범주 문법 (Combinatory Categorical Grammar; CCG) [4]을 이용하여 일차 술어 논리로 표현된 의미 표현을 얻은 후에, 이를 변환하여 트리 및 술어-논항 구조를 얻는 과정에 대해 논의한다.

CCG는 병렬 구조에 대한 처리 등에 별도의 규약을 만들지 않아도 되며, 통사구조와 의미구조를 동시에 추출해 낼 수 있는 장점이 있는 문법체계이다. CCG를 이용하기 위해서는 각 언어에 따르는 어휘의 범주를 결정하여야 한다. 각 범주는 콜론 ( ':' )을 기준으로 그 왼쪽에서는 통사 범주가 정의되며, 그 오른쪽에는 의미범주를 정의하는 방식을 택한다.

본 시스템에서는 한국어 문장을 어절 단위로 처리를 하며 크게 세 가지의 어휘 범주를 사용한다.

첫째는 객체를 나타내는 명사가 가지는 범주로서 격 정보와 지정된 객체의 정보를 담는다. 예를 들어, 주격인 '철수가' 는 다음과 같이 표기한다.

NP (subj):철수

둘째는 형용사가 가지는 범주로서 지정된 속성 정보와 수식하는 명사절의 격 정보를 담는다. 예를 들어, 주격을 수식하는 '노란' 은 다음과 같이 표기한다.

NP(subj): <WORD, color(WORD, yellow)> /  
NP(subj):WORD

여기서 <WORD, yellow(WORD)>는 복합 항(complex term)이다 [5].

셋째는 서술어가 가지는 범주로 사건을 구체화 (reifying)한 술어-논항 구조를 이용한다 [5]. 예를 들어,

'~가 ~에 가다' 에서의 '가다' 는 다음과 같은 범주를 가진다.

(S:go\_subj(x, SUBJ) and go\_loc(x, LOC) \ NP(subj):SUBJ) \ NP(loc):LOC

그림 3은 CCG를 이용하여 (1)의 문장을 분석하는 과정을 나타낸 것이다<sup>2</sup>.

(2)은 (1)의 문장을 CCG를 이용하여 분석한 결과이다. 복합 항을 제거하면, (3)과 같이 된다.

(2) S:hold(y, <손잡이, hanger(x,문)&hang(x, <손잡이, yellow(손잡이)>)>)&holder(y, 철이)

(3) hold(y, 손잡이)&holder(y, 철이)&hanger(x, 문) &hang(x, 손잡이)&color(yellow, 손잡이)

이와 같이 CCG 를 이용하여 동화 문장에 등장하는 각 객체들간의 관계에 해당하는 일차술어논리 표현을 얻을 수 있다.

트리 및 술어-논항 구조를 일차술어논리 표현에서 생성하는 과정은 다음과 같다.

트리 구조의 각 노드는 명사로 지시된 객체나 객체의 부분이 된다. 노드들의 상하관계는 일차술어논리 표현에서 동일한 ID 를 가진 두 술어-논항 구조를 사용하여 알 수 있다. 예를 들어, 손잡이가 문에 있을 수 있다는 사실을 알고 있으면, 본 논문에서는 (3)에서의 hanger(x,문)과 hang(x,손잡이)의 경우에 부분 hanger 의 논항인 문이 hang 의 논항인 손잡이의 상위 노드로 간주할 수 있다. 술어-논항 구조는 일차술어논리 표현에서 동일한 ID 를 가진 술어-논항들에서의 논항들이 가리키는 노드들을 이어주는 방식으로 구축된다.

<sup>2</sup> 그림 3에서 yellow(Y)는 color(yellow, Y)을 줄인 표현이다.

#### 4. 단위 사건의 통합

본 논문에서는 개개의 문장이 단위 사건(단문으로 표현 가능한 사건)에 대응한다고 보고 각 단위 사건에 별개의 트리를 생성한다. 각 트리는 하나의 삽화에 대응되므로 단위 사건 개수만큼 삽화를 만들 수 있다. 그러나 하나의 단위 사건만으로는 동화 글에서 묘사하는 상황 객체를 제대로 묘사하지 못할 수도 있다. 다음은 그러한 예를 보여주고 있다.

- (2.1) 순이는 철수의 네모난 얼굴을 보았다.
- (2.2) 철수의 얼굴이 창백하다.
- (3) 순이는 철수의 네모나고 창백한 얼굴을 보았다.

(2)에 대해 사용자는 (3)을 나타내는 삽화를 원할 수 있다. 그러나 (2.1), (2.2)와 같은 각각의 단위 사건 하나만으로는 (3)의 내용을 나타내는 삽화를 얻을 수 없다. 그러나 (2.1), (2.2)를 동시에 표현한다면, (3)을 나타내는 삽화와 동일한 삽화를 얻을 수 있다. 삽화 생성 연구 [1]에서는 이러한 문제를 제시하였다. 이 연구에서는 단위 사건을 주요사건 및 보조사건으로 나누고, 먼저 주요사건을 결정 한 후, 주요사건과 보조사건 간의 관계가 정의된 데이터 베이스를 구축하여, 이를 기반으로 주요사건과 같이 나올 수 있는 보조사건들을 선택하였다. 본 논문에서는 단위 사건에 대응되는 트리들을 단일화 (unification) 과정을 통하여 통합하여 새로운 트리를 생성하는 방식으로 단위 사건들을 결합한다. 이러한 방식은 별도로 주요 사건과 보조 사건 간의 관계를 정의하는 데이터 베이스가 필요가 없다는 장점이 있다. 그림 4 는 (2)의 정보를 나타내는 트리 구조들을 단일화를 통하여 통합하는 과정을 보여준다.

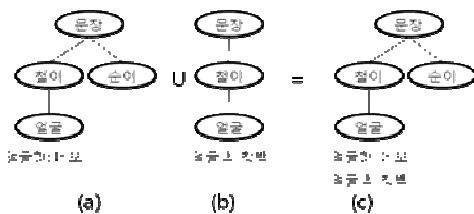


그림 4. 단일화 과정. (a) (2.1)에 대응하는 트리 및 술어-논항 구조, (b) (2.2)에 대응하는 트리 및 술어-논항 구조, (c) (a)와 (b)가 단일화되어 나온 새로운 트리 및 술어-논항 구조.

그림 4 에서 만일 (a)의 트리의 ‘얼굴’ 노드에 얼굴색이 밝다는 속성이 부여되어 있다면, (b)의 트리와 단일화는 동일한 속성에 두 다른 값이 들어가게 되므로 실패하게 된다.

#### 5. 통합 정보를 이용한 공간 상의 관계 추론

본 절에서는 트리 및 술어-논항 구조로 나타내어진 객체들 간의 2 차원 공간 상에서의 관계를 영역 연결 계산 [6]의 표현으로 바꾼 후에 이를 이용하여 명시적으로 나타나 있지 않은 관계들을 추론하는 과정을 논의한다.

본 논문에서는 객체들이 서로 겹치는 현상을 최소화하기 위하여 알려진 공간 상에서의 관계가 없는 두 객체들 간의 관계는 서로소인 것으로 가정한다. 그러나 이러한 경우 트리 및 술어-논항 구조로 나타내어진 공간 상의 관계들이 새로운 관계들을 암시하고 있는 경우에도 두 객체들 사이에 서로소 관계를 부여하게 된다. 예를 들어, 철이가 방안에 있는 모습의 삽화를 그리고자 할 때에 철이가 방안에 있다는 사실만 동화 글에 기술되어 있는 경우, 철이의 얼굴이 방안에 있다는 사실은 명확하지만, 얼굴과 방과의 관계는 명시적으로 나타나 있지 않아, 이들 사이에 서로소 관계를 부여하게 된다.

본 논문에서는 영역 연결 계산을 사용한 추론을 통하여 트리 및 술어-논항 구조에 명시적으로 나타나 있지 않은 공간 상의 관계를 찾아내어 활용하고자 한다. 영역 연결 계산에서는 두 영역이 연결되어 있음을 나타내는 술어  $C(\text{영역 1}, \text{영역 2})$ 를 이용하여 두 영역 사이의 공간적 관계를 일차 술어 논리로 표현한다. 이 기본 술어를 이용하여 정의되는 여덟 가지 기본 관계는 그림 5 와 같다.

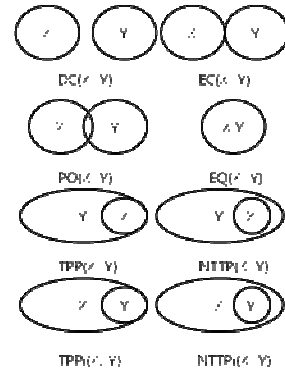


그림 5. 영역 연결 계산에서 다루는 여덟 가지 기본 관계들

트리 및 술어-논항 구조에 명시적으로 드러나 있는 공간 상의 관계들은 이러한 영역 연결 계산에서 사용하는 형태로 표현된다. 트리에서 상위 노드가 나타내는 객체와 하위 노드가 나타내는 객체 사이에는 공간 상에서의 포함 관계가 있다. 이러한 관계를 영역 연결 계산을 이용하여  $PP(\text{하위 노드}, \text{상위 노드})$ <sup>3</sup>의 형태로 표현하여, 자식 노드가 가리키는 객체가 부모 노드가 가리키는 객체의 진부분임을 나타낼 수 있다. 술어-논항 구조들도 공간 상에서 객체 간의 관계를 내포할 수 있다. 본 논문에서는 술어-논항 구조에서의 술어에 대하여 공간 상의 의미를 기술해 둔 사전을 이용하여 술어-논항 구조가 나타내는 공간 상의 의미를 얻는다. 예를 들어, 잡는이(x, 철이, 손)  $\wedge$  잡다(x, 문, 손잡이)와 같은 술어-논항

<sup>3</sup>  $PP(X, Y)$ 는  $TPP(X, Y) \vee NTPP(X, Y)$ 와 동일한 의미이다.

구조로부터 PO(손, 손잡이)라는 부분 중첩(partially overlapping) 관계를 얻을 수 있다.

영역 연결 계산의 형태로 표현된 이러한 관계들은 추론을 통하여 알려지지 않은 공간 상의 관계에 대한 정보를 찾는 데 사용된다. 그림 6 은 (2)의 정보를 영역 연결 계산에서 사용하는 형태로 표현하고 이로부터 새로운 정보를 추론해 내는 과정을 나타낸다.

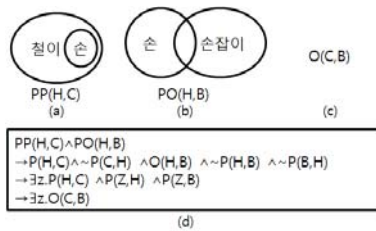


그림 6. 공간 상의 관계의 추론. (a) PP(손, 철이)의 도식; (b) PO(손, 손잡이)의 도식; (c)(3)을 바탕으로 도출 가능한 정보의 도식; (d) 추론 과정

## 6. 공간 상의 관계를 이용하여 삽화 생성

3, 4, 5 절에서 논의한 방법으로 얻은 정보를 바탕으로 최종 삽화를 생성하기 위해서는 먼저 주어진 공간 상의 관계를 만족시키는 해당하는 모든 삽화를 생성한 후 이에 대한 평가를 하여, 가장 효율적으로 공간 상의 관계를 표현하는 삽화를 최종 삽화로 선택하도록 하였다. 그림 7 은 이러한 과정에 대한 수도 코드(pseudo code)이다. 여기서 선택사항에는 영역들의 삽화 내에서의 위치나 회전 각 등이 포함된다.

```

최소총벌점=무한대
push(스택, (첫 질문, 첫 선택지, 0, 0))
while size(스택)>0
  (선택사항, 선택값, 벌점, 총벌점) = top( 스택 )
  if 벌점 == 0
    벌점 = 답변을 선택했을 때의 벌금
    총벌점 = 총벌점 + 벌점
    if 총벌점 < 최소총벌점 then
      if 답변을 선택 후 다음 질문이 존재 then
        push(스택, (다음 선택사항, 첫 선택 값, 0, 총벌점))
      else
        최소총벌점=총벌점
        pop(스택)
      continue
    if 답변이 질문의 마지막 선택지 then pop(스택)
  else
    pop(스택)
    push(스택, (질문, 다음의 선택지, 0, 총벌점-벌점))
  
```

그림 7. 공간 상의 관계들을 이용하여 삽화를 생성하는 과정에 대한 의사 코드

그림 8 은 (1)을 입력으로 받았을 때 생성하는 삽화의 일례이다. 본 논문에서의 삽화 생성 시스템은 Python 및 Perl 을 사용하여 구현되었는데, 단어 사전, 객체 정보 사전 등의 데이터 베이스를 다루기 위하여 Python 이 사용되었고, CCG 파서 및 추론 엔진 구현을 위하여 Perl 이 사용되었다. 이미지 처리를 위해서는 Perl 의 GD 라이브러리를 사용하였다.



그림 8. (1)에 대하여 생성된 삽화

## 7. 결론

본 연구는 삽화를 자동으로 생성하는 연구이다. 특히, 생성된 삽화 내에서 객체들이 불필요하게 겹쳐서 잘 보이지 않는 것을 막기 위하여 객체들을 적절히 배치하기 위하여 공간 상의 관계를 추출하고, 이들 관계들에서 추론 가능한 공간 상의 관계들을 찾은 후에, 더 이상 서로의 관계를 알 수 없는 객체들간에 서로소 관계를 할당할 것을 제안한다.

3 차원 사건을 2 차원 평면에 나타내는 삽화를 잘 생성하기 위해서는 시점의 선택이 중요하다. 본 논문에서는 객체의 모습을 가장 잘 보여줄 수 있는 면이 정면이라 가정하고 모든 객체의 정면이 한쪽 면을 바라보게 한 후, 삽화 생성을 위해 사건을 보는 시점을 객체들의 정면을 바라보는 방향으로 정하였다. 그러나 사건에 따라 효과적인 삽화 생성을 위해 객체의 정면이 아닌 부분을 보여줘야 하는 경우, 또는 되도록 많은 객체의 정면을 보는 것이 아닌 시점을 선택해야 하는 경우 등이 있다. 본 연구의 차후 연구는 동화 글에서 적절한 삽화를 생성하기 위하여 사건을 보는 시점 및 물체가 놓이는 방향을 결정하는 방법을 찾는 것이다.

## 참고문헌

[1] 백승철, 장은영, 박종철, “동화를 위한 삽화의 자동 생성에 관한 연구”, KIISE 추계학술대회논문집 C, pp. 222-227, 2007.

[2] B. Coyne, R. Sproat, “WordsEye: an automatic text-to-scene conversion system”, In Proc. of SIGGRAPH, pp. 487-496, 2001.

[3] 김현숙, 박종철, “결합범주문법을 이용한 실시간 한국어 멀티동화 제작”, 한글 및 한국어 정보처리학술대회논문집, pp 509-512, 2001.

[4] M. Steedman, J. Baldrige, “Combinatory Categorical Grammar”, Unpublished Manuscript, 2003.

[5] D. Jurafsky, J. H. Martin, “Speech and language processing: An Introduction to Natural Language

Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition”, Prentice Hall, pp. 546-558, 2000.

[6] D. Randell, Z. Cui, A. Cohn, “A spatial logic based on regions and connection”, In Proc. of 3rd Int. Conf. on Knowledge Representation and Reasoning, pp. 165-176, 1992.