

RFID 시스템의 프로세스 모델링을 위한 워크플로우 분석방안

Workflow Analysis for the Process Modeling of RFID Systems

김훈태(Hoontae Kim)*, 이용한(Yong-Han Lee)**

초 록

최근 생산 및 물류 시스템에서 RFID의 도입이 확산되어 가고 있다. 본 연구는 효과적인 RFID 시스템의 도입을 위하여 RFID에서 태그를 부착한 부품의 워크플로우 모델링 방법을 연구하고자 한다. RFID 시스템에서의 워크플로우에 따라 설계 가능성을 확인하고, BPMN으로 모델링하여 제시하였다. 또한 본 연구는 RFID 시스템의 모델링 결과를 이용하여 정의된 워크플로우를 따라 이동하는 태그의 정확한 흐름 현황을 시스템에서 모니터링하고 판정하기 위한 알고리즘을 제안하였다. RFID 시스템에서 워크플로우의 적용 방안을 제시하였다는 데 본 연구의 의의가 있다.

ABSTRACT

Recently applications of RFID technologies in production and logistics systems are expanding. In this research, we deal with workflow modeling methods for handling RFID-tagged parts. We verified that the material flow processes in a RFID system can be designed and assessed using workflow modeling notations, and suggested available process patterns using BPMN. In addition, we proposed an algorithm to monitor the exact status of flows and determine whether some of the events are ghost reads or not by referring predefined workflow definitions. The major contribution of this research is that it has demonstrated how well-established workflow modeling methods can be applied to RFID-based systems.

키워드 : RFID 시스템, 워크플로우 모델링, BPMN
RFID Systems, Workflow Modeling, BPMN

* 대전대학교 산업경영공학과

** 동국대학교 산업시스템공학과

2010년 01월 04일 접수, 2010년 03월 17일 심사완료 후 2010년 04월 29일 게재확정.

1. 서론

RFID 시스템은 부품과 제품의 상태 정보를 실시간으로 모니터링하고 관리할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문에, 비용과 인식률의 문제점에도 불구하고 최근 생산 및 물류 시스템에서 RFID의 도입이 확산되어 가고 있다. 이러한 경향은 유틸리티 환경에서의 생산, 물류 시스템의 진화를 촉진하고 있다. 본 연구는 RFID 시스템에서 부품 및 제품의 물류를 실시간으로 모니터링하기 위한 시스템을 설계하는 단계에서 워크플로우 모델을 적용하고자 할 때, RFID의 워크플로우 특성을 분석하고 적용 방법을 연구하는 것을 목적으로 한다.

일반적으로 BPMN은 업무의 절차를 모델링하기 위한 것이다. 이것은 상위 단계의 BPM과 같은 업무 자동화 시스템에 적용하게 된다. 한편 실제 생산 공정에서 이루어지는 과정은 업무 프로세스와는 달리 객체의 흐름으로 나타난다. 그러나 실제 생산 공정에서 이루어지는 과정과 업무 시스템의 연동을 위하여 생산 공정의 BPMN 모델링은 의미가 있다고 할 수 있다. 따라서 RFID 시스템에서의 워크플로우의 모델링 가능성을 확인하고, BPMN으로 모델링하여 제시하고자 한다.

한편 RFID 시스템이 좁은 작업장 또는 창고에 구축되는 경우에는 RFID 리더 모듈간 거리가 충분히 확보되지 않기 때문에 원하지 않는 RFID 리더 모듈의 인식 범위에 들어가서 잘못 인식되는 문제점을 야기할 수 있다. 이러한 문제점은 전체 공정에서의 제품의 가시성 확보, 추적성 확보에 장애 요인이 된다. 이에 따라 본 연구는 RFID 시스템의 모델링 결

과를 이용하여 정의된 워크플로우를 따라 이동하는 태그의 정확한 흐름 현황을 파악하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

제 2장에서는 본 논문의 연구배경이 되는 RFID 시스템의 특징과 워크플로우 모델링 방법에 대하여 살펴보았다. 제 3장에서는 RFID 시스템의 워크플로우 특성을 분석하고, BPMN으로 모델링하기 위한 방안과 BPMN 모델링 방법을 제안하였다. 제 4장에서는 인식 적합성 검증을 위한 RFID 시스템 사례를 중심으로, BPMN으로 모델링한 후에 인식 적합성 검증을 위한 방안을 제시하였다.

본 연구는 RFID 시스템에서 워크플로우의 적용 방안을 제시하여 프로세스 관점에서 RFID 시스템을 개발하는 데 유용할 것으로 기대된다.

2. 연구의 배경

2.1 RFID 시스템

RFID 시스템은 물품 등 관리할 사물에 RFID 태그를 부착하고 전파를 이용하여 사물의 ID 정보 및 주변 환경 정보를 인식하여 각 사물의 정보를 수집, 저장, 가공 및 추적함으로써 사물에 대한 위치추적, 원격처리, 관리 및 사물 간 정보교환 등 다양한 서비스를 제공한다. RFID 시스템은 태그, 리더, 호스트 컴퓨터, 응용 소프트웨어 및 네트워크로 구성되고 유무선 통신망과 연동되어 사용된다. 작동방식은, 태그에 저장된 전자 상품 코드 등의 데이터를 리더가 RF 안테나를 통해 읽어 들인 후, 호스트 컴퓨터의 미들웨어를 통해서 데이터를 필터링한다. 필터링된 물품 코드 정보는

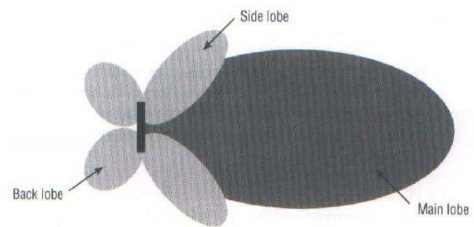
호스트 컴퓨터에 설치되어 있는 캡처링(capturing) 애플리케이션에 의해서 비즈니스적인 의미가 부여된 후에, 기업 애플리케이션으로 전달되어 실질적인 기업 업무에 활용된다[3].

RFID를 도입하기 이전의 기업 애플리케이션에 대한 입력 데이터는 바코드 인식 또는 작업자의 수동 입력 방법 등으로 입력된다. RFID 시스템을 도입하게 되면, 기업 애플리케이션의 입력 데이터는 자동으로 획득되고, 형태에 따라 전체 공정에서의 제품의 가시성 확보, 추적성을 확보할 수 있으며, 현황 파악 및 계획 수립 과정에서 보다 효율적이고 정확하게 관리할 수 있게 된다. 여기서 가시성은 물품의 추적성을 실현하기 위한 기반으로 정보시스템을 통해 전체적인 관점에서 공정 시스템을 볼 수 있는 것을 말하며, 추적성(traceability)란 물품이나 자산을 실시간으로 추적 가능한 것을 말한다.

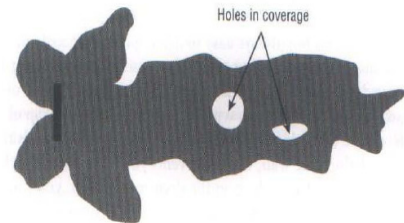
RFID 시스템에 적용된 기존 RFID 리더 모듈의 기능은, 인식 범위에 들어온 모든 RFID 태그를 최대한 신속하게 인식하는데 우선순위를 두고 있다. 하지만 이러한 RFID 리더 모듈은 좁은 작업장 또는 창고 공간 때문에 RFID 리더 모듈간 거리가 충분히 확보되지 않기 때문에, 작업장 또는 창고의 내부에서 이동하는 과정에서 의도하지 않는 RFID 리더 모듈의 인식 범위에 들어가서 잘못 인식되는 문제점을 야기할 수 있다. 이에 따라 RFID 리더 모듈에 의해서 원치 않는 인식이 되는 경우에는 RFID 시스템의 캡처링 애플리케이션의 비즈니스 로직을 교란하는 문제가 발생할 수 있다.

이러한 문제점들은 기본적으로는 RFID 안테나의 인식 범위를 정확하게 예측, 통제하기

어렵다는 RFID 기술의 한계에 따른 것이다. 다음 <그림 1>에서 볼 수 있듯이, 이론적인 RFID 안테나의 인식 영역(안테나 필드)과 달리 실제 RFID 안테나의 인식 범위는 상당한 불확실성을 내포하고 있다[2]. <그림 1>에서 검정색 바(bar)는 안테나를 표시한 것이다.



(a) 이론적인 안테나 필드



(b) 실제적인 안테나 필드

<그림 1> 안테나 필드의 이론과 실제

중소기업들은 RFID 도입에 따른 공장 및 창고의 확장 또는 설비 배치의 변경 등에 많은 비용을 지불하기 쉽지 않으며, 이러한 대규모 투자의 필요성은 중소기업이 RFID를 도입하는데 있어서 중요한 방해요인이 되고 있다. 따라서 좁은 공간에 다수의 RFID 리더 모듈을 설치하거나, RFID 리더 모듈 근처에서 RFID 태그부착 물품들이 빈번히 이동되는 상황 하에서 RFID 시스템을 개발하고 설치해야 하는 것이 현실이며, 이때 발생하는 문제를 해결하기 위한 RFID 리더의 미세한

튜닝 및 응용프로그램의 복잡한 처리로직 구현 등으로 인해서 2차적인 비용요소가 발생 되는 문제를 초래한다.

2.2 워크플로우 모델링

비즈니스 프로세스 설계 방법에는 Petri-net[9], UML Activity Diagram[6], EPC(Event-Driven Process Chain)[8] 등 다양한 모델링 방법이 사용된다. van der Aalst, ter Hofstede 등에 의해서 개발된 워크플로우 패턴[14]은 프로세스 설계에서 사용되는 기본적인 통제 흐름(control-flow)을 추출한 것으로, BPEL4WS, UML Activity Diagram, EPC, BPMN 등 프로세스 설계 표준 언어의 프로세스 표현 능력을 분석하는 데 이용되었다[7, 11-13].

다음은 페트리넷, UML Activity Diagram, IDEF3, 순서도, BPMN의 모델링 표기법들을

프로세스 구성요소 측면에서 비교한 결과이다[1]. 프로세스 핵심 요소는 비즈니스 프로세스 설계의 메타 모델이 정의해야 하는 필수 개념인 동시에 프로세스 표기법이 그 표기 형식을 가지고 있어야 하는 요소들을 의미한다. 흐름 제어 요소는 프로세스의 핵심 요소들의 흐름을 제어하는 기본 메커니즘을 의미한다. 보조 요소는 프로세스 실행을 위해서는 필수적으로 정의되어야 하나, 프로세스 표기법에서는 설계의 편의를 위해 제공할 수 있는 요소들을 의미한다.

각 표기법의 요소 지원은 다음의 <표 1>과 같다. 표기법에 해당 요소를 위한 표기가 존재하면 “○”, 암시적 표기 또는 대체 표기가 존재하면 “△”, 존재하지 않으면 “-”로 나타내었다.

이상과 같이 프로세스 핵심요소와 흐름제어 요소 관점에서 BPMN과 UML Activity Diagram이 다른 표기법보다 우수하며, 다른

<표 1> 프로세스 표기법의 핵심 요소 비교

구분	요소	BPMN	Petri Net	UML A.D	IDEF3	순서도
핵심 요소	활동	○	○	○	○	○
	사건	○	○	○	△	-
	자원 입출력	○	○	○	○	○
흐름 제어 요소	기반 수식	Pi-Calculus	Petri Net	없음	없음	Flow Chart
	순차 흐름	○	○	○	○	○
	XOR 분기/병합	○	○	○	○	○
	AND 분기/병합	○	○	○	○	-
	OR 분기/병합	○	○	○	○	-
보조 요소	반복 흐름	○	○	○	○	○
	트랜잭션	○	-	-	-	-
	예외	○	△	○	△	△
	참여자	○	-	○	-	-

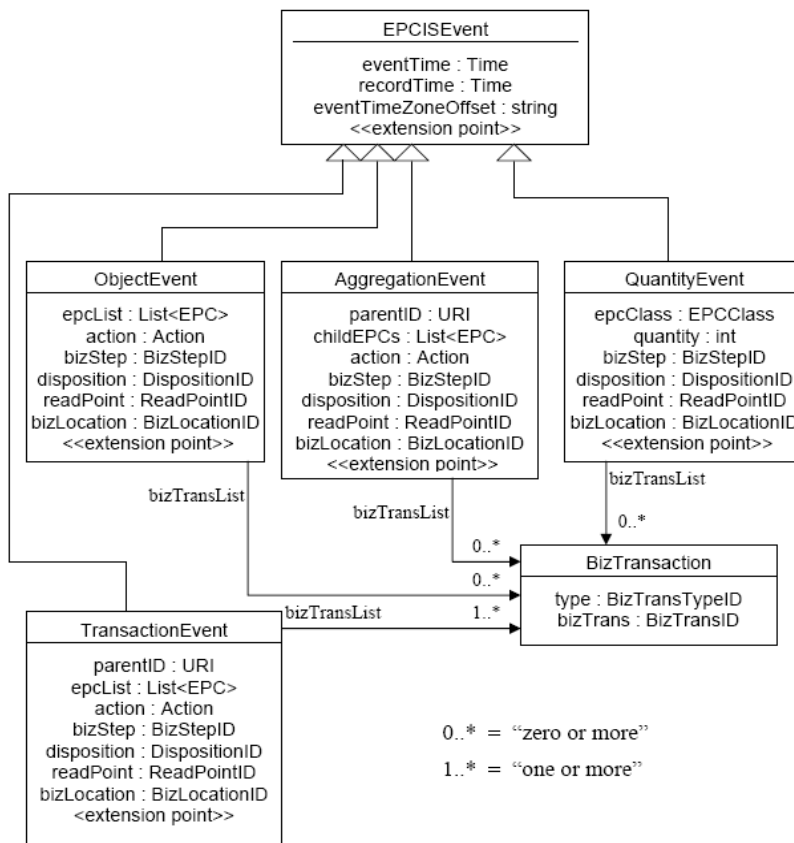
관점에서도 표현력이 우수함을 볼 수 있다.

3. RFID 시스템의 워크플로우 특성 분석

제 2장에서 기업의 업무 프로세스를 모델링하는 도구로서 BPMN의 적합성을 확인하였다. RFID의 부품 태그의 정보는 기업 애플리케이션의 업무 정보와 연계되기 때문에 상위의 기업 업무 시스템과 RFID 시스템의 연계를 모델링하기 위하여 RFID의 물류 흐름

을 BPMN으로 모델링하는 것이 적합하다. 즉 BPMN은 업무의 절차를 모델링하기 위한 것이다. 이것은 상위 단계의 BPM과 같은 업무 자동화 시스템에 적용하게 된다. 그러나 실제 생산 공정에서 이루어지는 과정과의 연동을 위하여 생산 공정의 BPMN 모델링은 의미가 있다고 할 수 있다.

오늘날 RFID 기반의 추적 정보시스템의 사실표준으로 받아들여지고 있는 EPCglobal 네트워크 프레임워크에서 제시하고 있는 RFID 이벤트의 유형은 다음과 같이 분류된다[4]. 다음의 RFID 이벤트의 유형은 BPMN 모델링에



〈그림 2〉 EPCIS 이벤트 유형의 UML 다이어그램

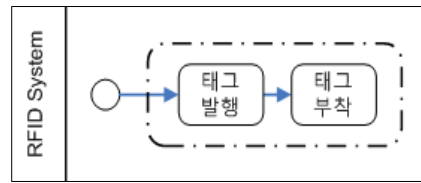
서 단위 비즈니스 프로세스로 변환될 수 있다. 여기에서 RFID의 이벤트는 BPMN의 이벤트와 용어는 동일하지만, 그 의미는 다르다.

- EPCISEvent : 모든 이벤트 유형들의 일반화된 기반 클래스
- ObjectEvent : EPC 코드와 관련되어 발생하는 이벤트(예 : 특정 EPC 코드를 가진 RFID 태그의 발행, 인식, 제거 등)
- AggregationEvent : EPC 코드가 할당된 개체들이 물리적으로 집합화(aggregation)되어 함께 묶여지는 이벤트(예 : RFID 부착된 제품상자들이 하나의 팔레트에 묶여지는 이벤트)
- QuantityEvent : 동일한 EPC 유형의 개체들의 개수만을 고려하는 이벤트(예 : 특정 EPC 코드군의 제품이 30개 입고되었다는 이벤트)
- TransactionEvent : EPC 코드가 할당된 개체들이 비즈니스 트랜잭션(들)과 연계가 발생/소멸되는 이벤트(예 : RFID 부착된 제품들이 특정 주문번호와 연계되었음을 지정하는 이벤트)

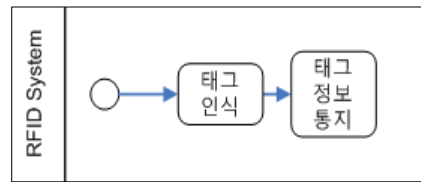
다음은 RFID 이벤트의 BPMN으로 모델링하기 위한 방안이 될 수 있다.

ObjectEvent는 EPC 코드와 관련되어 발생하는 이벤트로서 BPMN의 BPD에서 RFID 시스템 스위레인에서 태그의 발행, 인식, 제거 등의 액티비티로 표현될 수 있다. 다음의 <그림 3>은 ObjectEvent의 BPMN 표기를 나타낸다.

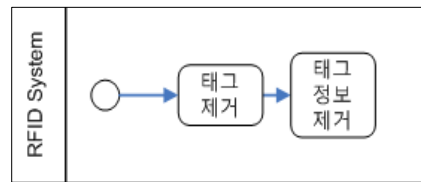
AggregationEvent는 EPC 코드가 할당된 개체들이 물리적으로 집합화(aggregation)되어 함께 묶여지는 이벤트로서, 크게 집합화(aggre-



(a) 태그의 발행



(b) 태그의 인식

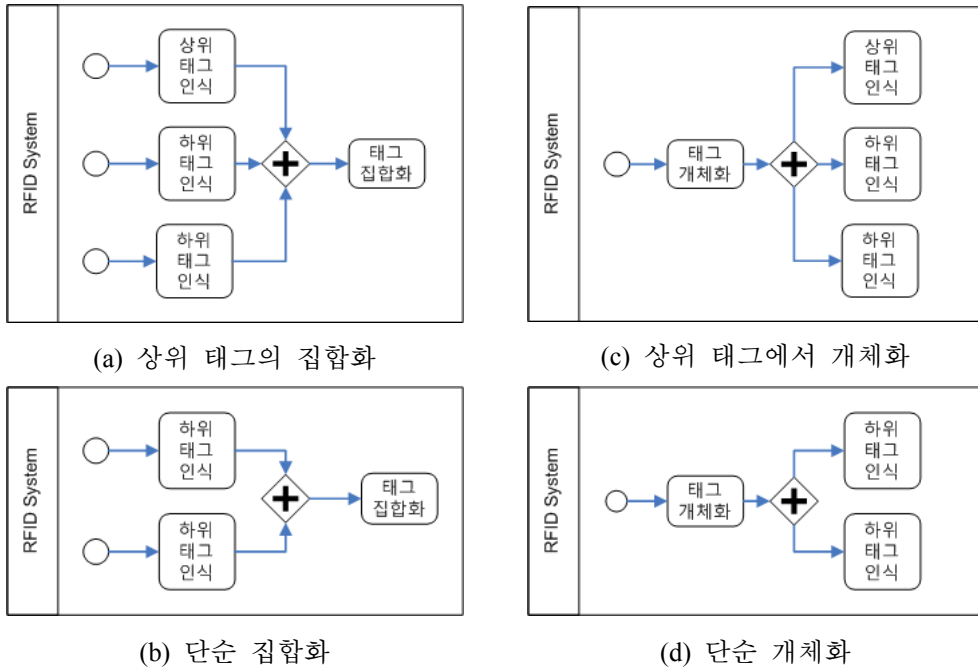


(c) 태그의 제거

<그림 3> ObjectEvent의 BPMN 표기

gation)와 개체화(disaggregation)로 구분된다. 집합화는 여러 개체들을 하나의 그룹으로 구성하는 것이고, 개체화는 하나의 그룹을 개별 개체로 분리하는 것이다. 또한 집합화와 개체화는 상위 태그와 하위 태그의 집합화/개체화하는 경우와 단순히 하위 태그만으로 집합화/개체화하는 경우로 나뉠 수 있다. 다음의 <그림 4>는 AggregationEvent의 BPMN 표기를 나타낸다.

QuantityEvent와 TransactionEvent는 개체의 비즈니스 트랜잭션의 액티비티로 표현될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 별도의 공통된 BPMN을 제시하지 않는다. 일반적으로 RFID와 관련된 기업의 비즈니스 트랜잭션은 다음의 <표 2>과 같다.



〈그림 4〉 AggregationEvent의 BPMN 표기

〈표 2〉 기업 애플리케이션에 활용되는 실시간 RFID 정보

기업 업무구분	비즈니스 트랜잭션	RFID 정보
영업관리	제품 운송 모니터링	제품 운송 단계
계획관리	재고 소진 모니터링	재고 소진 상태
제조실행	제품 입고 작업	제품 입고 처리 작업 진척 단계
공급망관리	부품 운송 모니터링 발주 품질 자재 출고 모니터링 자재 입고 모니터링	부품 운송 단계 발주 상태 재고 수준 자재 출고 정보 자재 입고 정보

4. 인식 적합성 검정을 위한 RFID 시스템 사례

본 절에서는 RFID 시스템의 사례를 제시하고, BPMN으로 모델링한 후, 인지 적합성을 모니터링하기 위한 알고리즘을 소개한다. RFID

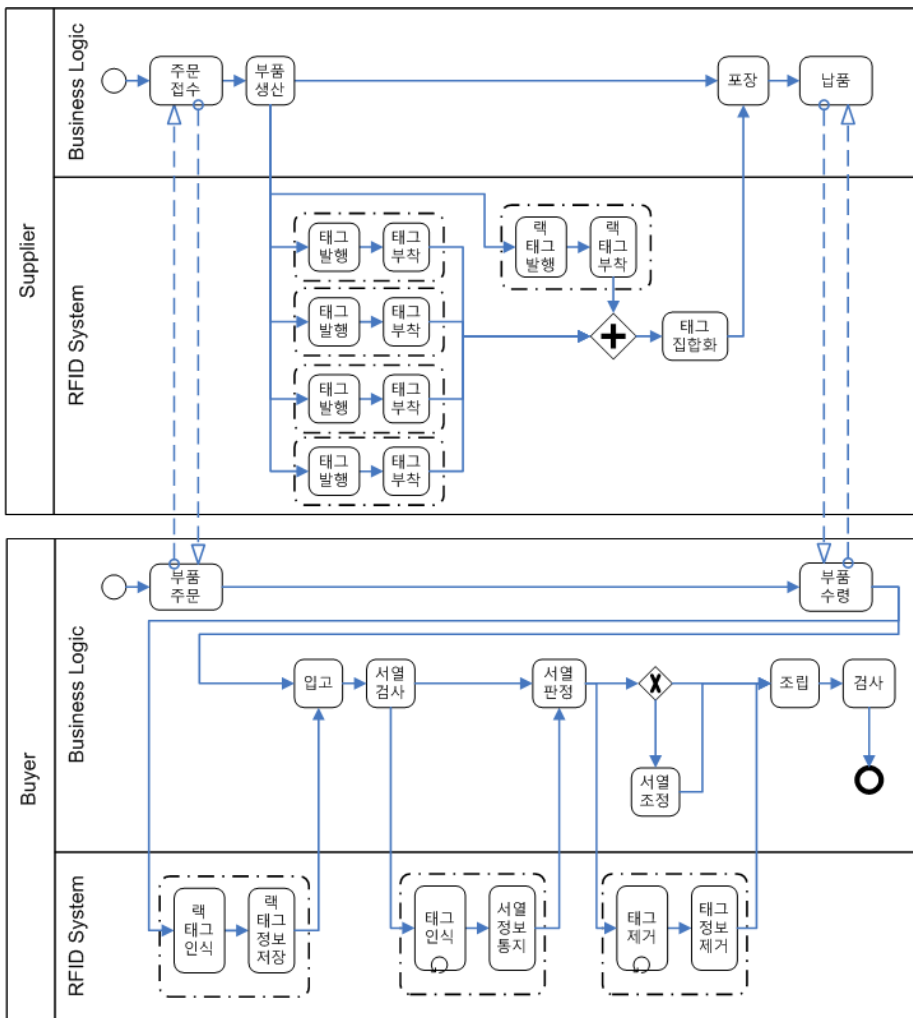
시스템의 예제로서 공급업체의 서열화된 부품 그룹을 납품받아 조립공정에 투입하는 사례를 사용하였다.

공급업체는 4개의 부품을 생산하여 각각의 부품에 태그를 붙이고, 구매업체의 주문에 따라 서열화한 후에 랙에 포장한다. 구매업체는

랙에 포장된 서열화된 부품을 공급업체가 납품하면 입고 검사를 하고 공정의 다음 순서로 이동시킨다. 해당 부품을 조립하기 전에 서열 검사를 하고, 조립 전에 각 부품의 태그를 해제한다. 이에 따라 각 부품의 태그는 수명을 종료하고, 조립된 부품은 다음 단계로 이동한다. 다음의 <그림 5>는 위의 사례를 BPMN 으로 모델링한 것이다.

인식 적합성 검증이 필요할 경우, RFID의 인식 데이터를 이용하여 태그별 워크플로우에 따라서 인식 적합성을 검증하게 된다. 다음은 인지 적합성 검증을 위한 데이터 모델링과 알고리즘의 일부이다.

물리적 모델링은 논리적 모델링에 관한 정보를 데이터베이스 테이블을 생성하여 저장되며, 총 7개의 테이블로 이루어진다. 논리적



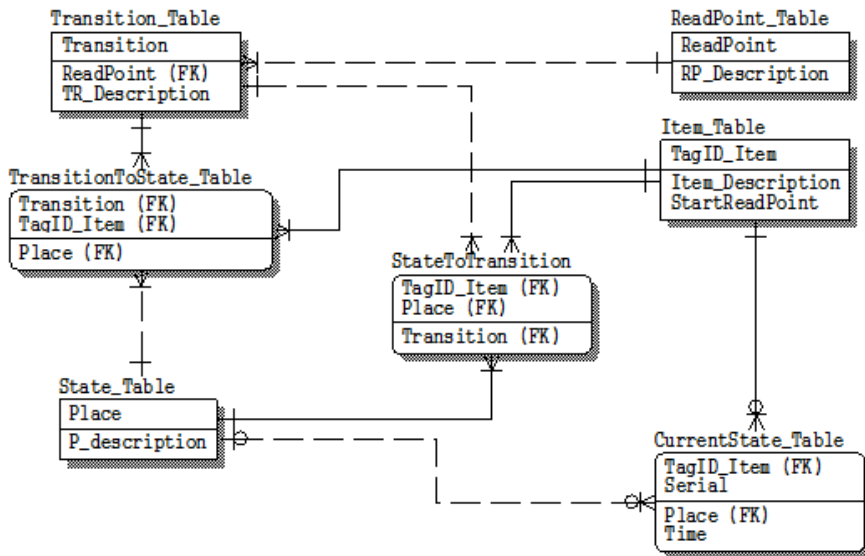
<그림 5> RFID 사례의 BPMN 표기

모델링은 EPC의 아이템 수준별로 모델링이 된다. <그림 6>은 물리적 모델링에서 정의된 테이블들의 관계를 나타낸다.

인식 적합성 검증 알고리즘은 인식 대상을 인식하였을 경우에 인식 대상이 정의된 프로세스 흐름상 적합한 인식인지 검증하게 된다. 우선 인식 대상이 인식되었을 경우에 인식 대상의 워크플로우가 존재하는 지를 검사한다. 이는 CurrentState_Table에 해당 인식 대상의 아이템 수준 EPC와 시리얼 번호가 존재하는가를 검색하여 파악할 수 있다. <그림 7>은 인식 대상의 워크플로우 검색을 위한 알고리즘이다.

만약 인식 대상의 오브젝트 플로우가 존재하지 않는다면, 인식 대상의 인식 지점의 워크플로우 시작지점 여부를 판단하여, 시작지점일 경우에는 CurrentState_Table에 워크플로우 시작과 관련된 데이터를 입력함으로써 워크플로우를 생성하고 캡처링 애플리케이션에게 인식이 적합하다는 정보를 전달한다. 그러나 워크플로우 시작지점이 아니라면 인식이 적합하지 않다는 정보를 전달하게 된다. 다음 <그림 8>은 최초 인식 적합성 검증 및 워크플로우 생성 알고리즘이다.

CurrentState_Table에 해당 인식 대상의 데이터가 존재하면, 인식 지점의 데이터를 통하



<그림 6> 인식 적합성을 위한 테이블 ER-다이어그램

```

1 : Tag = (id, rp, time) : read tag data
2 : //When target is requested validation,
3 : InitialReadPoint = SELECT StartReadPoint FROM ReadPoint_Table
4 : WHERE ReadPoint = rp
    
```

<그림 7> 인식 대상의 워크플로우 검색

여 전이가 가능한 트랜지션을 검색하고 이 트랜지션이 인식 대상을 인식하면서 획득한 리드 포인트와 대응되는 트랜지션과 동일한지 비교하여 동일한 경우에는 인식이 적합하다는 정보를 전달하고 동일하지 않다면 인식이 적합하지 않다는 정보를 전달하게 된다. 다음 <그림 9>는 인식 적합성 검증 알고리즘이다.

7. 결론 및 추후연구

본 연구에서는 RFID 시스템에서의 부품 및

제품의 물류를 실시간으로 모니터링하기 위한 시스템을 설계하는 단계에서 워크플로우 모델을 적용하고자 할 때, RFID의 워크플로우 속성을 분석하고 적용 방법을 연구하였다.

EPCglobal 네트워크 프레임워크에서 제시하고 있는 RFID 이벤트 중 ObjectEvent, AggregationEvent, QuantityEvent, TransactionEvent 등에 대하여 BPMN 모델링의 지침을 제시하고, ObjectEvent, AggregationEvent의 경우에는 BPMN 표기를 제안하였다. TransactionEvent에 대해서는 비즈니스 트랜잭션과 RFID 정보를 제시하였다.

```

5 : IF InitialReadPoint equals“0” THEN
6 :   InitialState = SELECT State FROM StateToTransition_Table
7 :   WHERE Transition = (SELECT Transition From Transition_Table
8 :                       Where ReadPoint = rp)
9 :   INSERT INTO CurrentState_Table(TagID_Item, Serial, Current_State, Time)
10 :      VALUES(EPC_Item, Serial, InitialState, currentTime)
11 :   OUTPUT “NotValid”
12 : ELSE
13 :   OUTPUT “Valid”
14 : ENDIF
    
```

<그림 8> 최초 인식 적합성 검증 및 워크플로우 생성 알고리즘

```

15 : StateSearch = SELECT State FROM CurrentState_Table
16 :   WHERE TagID_Item = id.Item
17 : TransitionSearch[] = SELEC Transition FROM Transition_Table
18 :   WHERE ReadPoint = rp
19 : FromStateSearch = SELEC State FROM StateToTransition_Table
20 :   WHERE Transition = TransitionSearch[]
21 : IF FromStateSearch exist in StateSearch THEN
22 :   OUTPUT “NotValid”
23 : ELSE
24 :   OUTPUT “Valid”
25 : ENDIF
    
```

<그림 9> 인식 적합성 검증 알고리즘

또한 RFID 시스템의 예제로서 공급업체의 서열화된 부품 그룹을 납품받아 조립공정에 투입하는 사례를 제시하고, 제 3장에서 제시한 지침에 따라 BPMN으로 모델링하였다. 또한 인지 적합성을 모니터링하기 위한 데이터 모델링과 알고리즘을 개발하여 제시하였다.

본 연구는 유비쿼터스 환경에서의 다양한 물류를 프로세스로 모델링하기 위한 방법론의 기반이 될 수 있을 것이다. 또한 인식 적합성이 필요한 RFID 시스템 환경에서 추적성과 가시성을 향상시키는 데 기여할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김훈태, 이용한, “전자결제 메커니즘을 위한 비즈니스 프로세스 모델링에 관한 연구”, 한국전자거래학회지, 제11권, 제4호, 2006.
- [2] 박진우, 이용한, 김지태, CompTIA RFID+ Study Guide, 도서출판 들샘, 2009.
- [3] 주요 산업별 표준적용 모델(템플릿) 및 ROI 분석 툴 개발, 한국유통물류진흥원, 2007.
- [4] EPCglobal, “EPC Information Services (EPCIS) Version 1.0.1 Specification,” 2007.
- [5] Business Process Modeling Notation, V2.0, OMG Available Specification, OMG Document Number : formal/2009-08-14, 2009, <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>.
- [6] Dumas, M. and A. H. M. ter Hofstede, “UML Activity Diagrams as a Work ow Specication Language,” UML 2001.
- [7] Mendling, J., G. Neumann, and M. Nuttgens, “Towards Workflow Pattern Support of Event-Driven Process Chains (EPC),” 2nd GI-Workshop on XMLAB PM 2005.
- [8] van der Aalst, W. M. P., “Formalization and verification of event-driven process chains,” Information and Software Technology, Vol. 41, No. 10, 1999, pp. 639-650.
- [9] van der Aalst, W. M. P., “The Application of Petri Nets to Workflow Management,” Journal of Circuits, Systems, and Computers, Vol. 8, No. 1, 1998, pp. 21-66.
- [10] van der Aalst, W. M. P., A. H. M. ter Hofstede, B. Kiepuszewski, A. P. Barros, “Workflow Patterns,” Distributed and Parallel Databases, Vol. 14, 2003, pp. 5-51.
- [11] White, S., “Process modeling notations and workflow patterns,” in L. Fischer, ed., Workflow Handbook 2004, Future Strategies Inc., Lighthouse Point, FL, USA., 2004, pp. 265-294.
- [12] Wohed, P., W. M. P. van der Aalst, M. Dumas, A. H. M. ter Hofstede, and N. Russell, “Pattern-based Analysis of the Control-Flow Perspective of UML Activity Diagrams,” 24th International Conference on Conceptual Modeling (ER

- 2005), LNCS, Vol. 3716, pp. 63-78.
- [13] Wohed, P., W. M. P. van der Aalst, M. Dumas, and A. H. M. ter Hofstede, "Pattern-Based Analysis of BPEL4WS," QUT Technical report, FIT-TR-2002-04, Queensland University of Technology, 2002.
- [14] Workflow Patterns home page, <http://www.workflowpatterns.com/vendors/index.php>.

저 자 소개



김훈태

1988년

1990년

1997년

1997년~현재

관심분야

(E-mail : hoontae@daejin.ac.kr)

서울대학교 산업공학과 (학사)

서울대학교 산업공학과 (석사)

서울대학교 산업공학과 (박사)

대진대학교 산업경영공학과 교수

프로세스 분석 및 통합, 시스템 운영관리



이용한

1988년

1990년

2002년

1991년~1997년

2003년~현재

관심분야

(E-mail : yonghan@dgu.edu)

서울대학교 산업공학과 (학사)

한국과학기술원 산업공학과 (석사)

펜실베이니아 주립대학 산업공학과 (박사)

대우자동차 기술연구소 선임연구원

동국대학교 산업시스템공학과 부교수

RFID/USN, ABMS, BPM