김일성종합대학학보 JOURNAL OF **KIM IL SUNG** UNIVERSITY
(자연과학) (NATURAL SCIENCE)
주체106(2017)년 제63권 제12호 Vol. 63 No. 12 JUCHE106(2017).

RFID합성사건의 명세와 검측을 위한 한가지 방법

림금성, 최창일

RFID기술은 정보를 입력시킨 소편을 부착한 물체가 읽기장치가까이에 접근할 때 장치가 무선주파수방식으로 물체의 정보를 읽어들이는 인증기술이다.

RFID기술의 응용범위가 넓어지면서 합성사건을 검측하여야 할 필요가 자주 제기된다.

합성사건은 시점이 아니라 일정한 시간구간에서 발생하는 사건이다.

RFID체계가 합성사건들을 검측해내자면 합성사건들을 정확히 서술할수 있는 리론적 틀거리가 있어야 한다. 이를 위하여 선행연구[1, 2]에서는 단순사건흐름을 처리하여 합성사건을 명세하는 방법과 SQL을 리용하여 합성사건을 명세하는 방법을 비롯하여 여러가지 RFID합성사건명세방법들을 제기하였다. 그러나 이 방법들은 엄밀한 리론적기초를 가지고있지 못한것으로 하여 자동추론과 같은 수리론리학의 수법을 리용하지 못하고있다.

우리는 리산지속론리를 확장한 RFID합성사건의 명세방법과 명세된 RFID합성사건을 리산지속론리의 모형검사알고리듬을 확장하여 자동으로 검측하는 방법을 제기한다.

확장된 리산실시간론리에서는 원자사건이 어떤 속성을 가지며 이 속성이 취할수 있는 값들의 범위는 유한모임이라고 가정한다.

원자사건들의 유한모임을 P_{var}로 표시한다. 매개 원자사건은 1개의 속성을 가진다고 가정한다. 원자사건의 속성은 수값속성과 문자렬값속성으로 갈라볼수 있다.

서로 다른 원자사건이 같은 속성을 가질수도 있다.

원자사건이 발생하면 그의 속성값들중의 어느 하나가 구체적으로 결정된다.

원자사건이 발생하였을 때 속성값이 2개 결정되는 일은 없다고 가정한다.

확장된 리산실시간론리의 구문은 시점사건공식과 구간사건공식으로 구성된다. 다시말하여 확장된 리산실시간론리에서는 실시간체계의 성질들가운데서 시점사건공식과 구간사건공식이라고 부르는 두가지 형태의 공식들에 의하여 표현될수 있는 성질들만을 연구대상으로 한다.

시점사건공식과 구간사건공식을 간단히 시점사건과 구간사건이라고 부른다.

시점사건은 어떤 시점에서 발생하는 RFID사건의 성질을 명세하는데 리용된다.

시점사건은 $P ::= \text{True} \,|\, \text{False} \,|\, p \,|\, p[\text{att op } c] \,|\, \neg P \,|\, P_1 \wedge P_2$와 같이 정의된다. 여기서 p는 P_{var}에 속하는 원자사건이다. att는 p의 속성이름이고 $\text{op} \in \{=, \neq, >, \geq, <, \leq\}$이며 c는 p의 어떤 속성값이다. $p[\text{att op } c]$는 리산실시간론리의 구문에는 없는 공식이며 확장된 리산실시간론리에 처음으로 도입된 공식이다.

구간사건은 어떤 구간에서 발생하는 사건의 성질을 명세하는데 리용된다.

구간사건은 다음과 같이 정의된다.

$$E ::= \lceil P \rceil^0 \,|\, \lceil\lceil P \rceil \,|\, \neg E \,|\, E_1 \wedge E_2 \,|\, E_1 \frown E_2 \,|\, \eta \text{ op } c \,|\, \sum P \text{ op } c$$

여기서 연산자 $\lceil\ \rceil^0$, $\lceil\lceil\ \rceil$, $\frown$, η, $\sum$들은 리산실시간론리에서 정의된 연산자들이다.

구간사건의 정의는 리산실시간론리의 구문과 매우 류사하다. 그러나 리산실시간론리에서 P는 원사사건이였지만 확장된 리산실시간론리에서 P는 시점사건이다.

리산실시간론리에서는 $P_{\text{var}}=\{p_1, \cdots, p_n\}$이 주어졌을 때 넘기기 $\upsilon: P_{\text{var}} \to \{0, 1\}$을 P_{var}에 대한 값주기, 값주기들의 유한렬을 거동이라고 부른다. 확장된 리산실시간론리에서는 이 값주기의 개념을 속성값주기로 확장하며 거동의 개념을 속성거동으로 확장한다.

$P_{\text{var}}=\{p_1, \cdots, p_n\}$이 주어졌을 때 매개 p_i에 0과 Null로 구성되는 쌍을 대응시키든가 아니면 1과 p_i의 어떤 속성값으로 구성되는 쌍을 대응시키는 넘기기를 P_{var}에 대한 속성값주기라고 부른다.

속성값주기들의 비지 않은 유한렬을 P_{var}에 관한 속성거동 또는 간단히 속성거동이라고 부른다.

정의로부터 알수 있는바와 같이 속성값주기는 매개 원자명제 p에 0 또는 1을 대응시키는것과 함께 0이 대응되면 Null을 지정해주고 1이 대응되면 p의 어떤 속성값을 지정해준다. Null은 아무것도 없다는것을 의미한다. 속성거동을 기호 σ를 리용하여 표시한다. 속성거동의 i번째 값주기를 $\sigma[i]$로 표시한다. i는 0부터 계산한다. $\sigma[i]$에서 p가 참이 된다는것을 $\sigma[i](p)=1$로 표시하고 거짓이 된다는것을 $\sigma[i](p)=0$으로 표시한다.

속성거동 σ의 길이를 $\#\sigma$로 표시한다.

$\text{dom}(\sigma)=\{0, 1, \cdots, \#\sigma-1\}$을 σ의 위치들의 모임이라고 부른다.

속성거동 σ의 위치 i에서 시점사건 P가 참이 된다는것을 $\sigma, i \models P$로 표시한다.

시점사건의 론리적의미에서는 $\sigma, i \models P$가 무엇을 의미하는가를 정의한다.

정의 1 시점사건의 론리적의미는 다음과 같다.

- 임의의 거동 σ의 임의의 위치 i에 대하여 $\sigma, i \models \text{True}$이다.
- 임의의 거동 σ의 임의의 위치 i에 대하여 $\sigma, i \not\models \text{False}$이다.
- $\sigma, i \models p$ iff $\sigma[i](p)=1$
- $\sigma, i \models p[\text{att op } c]$ iff $\sigma, i \models p$이고 $p_{\text{att}}^{\sigma[i]}$ op c가 성립된다.
- $\sigma, i \models \neg P$ iff $\sigma, i \not\models P$
- $\sigma, i \models P_1 \wedge P_2$ iff $\sigma, i \models P_1$이고 $\sigma, i \models P_2$이다.

속성거동 σ에 대하여 $\text{Int}\,\upsilon(\sigma)=\{[b, e] \mid b, e \in \text{dom}(\sigma) \wedge b \le e\}$를 구간모임이라고 부른다. 정의로부터 알수 있는바와 같이 구간 $[b, e]$는 위치 b와 e사이의 모든 시점들의 모임이다. $b=e$일수도 있으므로 위치도 일종의 구간으로 된다.

속성거동 σ와 σ의 구간 $[b, e]$에 대하여 다음과 같이 정의한다.

$$\text{eval}(\eta, \sigma, [b, e]) := e-b, \quad \text{eval}(\textstyle\sum P, \sigma, [b, e]) = \displaystyle\sum_{i=b}^{e-1} \begin{cases} 1 & \text{iff } \sigma, i \models P \\ 0, & \text{기타} \end{cases}$$

첫번째 함수는 σ의 구간 $[b, e]$의 길이를 계산하며 두번째 함수는 σ의 구간 $[b, e]$에서 P가 참이 된 총 회수를 계산한다. 두번째 함수에서 보는바와 같이 구간 $[b, e]$에서 P가 참이 된 총 회수를 계산할 때 구간의 오른쪽 마지막위치 e에서 참인가 거짓인가는 계산하지 않는다.

σ의 구간 $[b, e]$에서 구간사건 E가 참이 된다는것을 $\sigma, [b, e] \models E$로 표시한다.

구간사건의 론리적의미에서는 $\sigma, [b, e] \models E$가 무엇을 의미하는가를 정의한다.

정의 2 구간사건의 론리적의미는 다음과 같다.

• σ, $[b, e] \models \lceil P \rceil^0$ iff $b=e$, σ, $b \models P$
• σ, $[b, e] \models \lceil\lceil P \rceil$ iff $b<e$, 모든 i $(b \le i < e)$에 대하여 σ, $i \models P$.
• σ, $[b, e] \models \neg D$ iff σ, $[b, e] \not\models D$
• σ, $[b, e] \models D_1 \wedge D_2$ iff σ, $[b, e] \models D_1$, σ, $[b, e] \models D_2$
• σ, $[b, e] \models D_1 \frown D_2$ iff $\exists m$ $(b \le m \le e)$, σ, $[b, e] \models D_1$, σ, $[b, e] \models D_2$
• σ, $[b, e] \models \eta$ op c iff eval(η, σ, $[b, e]$) op c
• σ, $[b, e] \models \sum P$ op c iff eval($\sum P$, σ, $[b, e]$) op c

정의 3 속성거동 σ와 구간사건 E에 대하여 $\sigma \models E$ iff σ, $[0, \#\sigma-1] \models E$이다.

확장된 리산실시간론리의 속성거동 σ와 구간사건 E가 주어졌을 때 $\sigma \models E$인가 아닌가를 판정하는것을 확장된 리산실시간론리의 모형검사라고 부른다.

확장된 리산실시간론리의 한가지 모형검사알고리듬은 다음과 같다.

단계 1 E에 있는 p[att op c]모양의 시점사건들을 새로운 원자명제들로 바꾼다.

이렇게 하여 얻어지는 공식을 E'로 표시한다. 새로 도입된 원자명제들을 P_{var}에 추가하고 P'_{var}로 표시한다.

단계 2 속성거동 σ를 다음과 같이 변환하여 σ'를 구성한다.

① E에 p[att op c]모양의 시점사건이 있고 이것이 E'에서 p_1로 바뀌였다고 하자. σ의 p_{att}행에서 c들을 1로 바꾸고 나머지값들은 0으로 바꾸어서 얻어지는 행을 p_1로 하고 이 p_1행을 p_{att}행우에 끼워넣는다.

② E에 들어있는 p[att op c]모양의 모든 시점사건들에 대하여 ①을 반복한다.

③ 속성행들을 모두 지운다.

④ 우와 같이 하여 얻어진것에서 E'에 출현하는 원자명제들에 관한 행들을 남기고 출현하지 않는 원자명제들에 관한 행들을 모두 지운다. 결과를 σ'로 표시한다.

단계 3 리산실시간론리의 모형검사알고리듬을 리용하여 $\sigma' \models E'$인가 아닌가를 판정한다. 만일 $\sigma' \models E'$이면 $\sigma \models E$라고 결론하고 $\sigma' \not\models E'$이면 $\sigma \not\models E$라고 결론한다.

참 고 문 헌

[1] A. Hinze; Lecture Notes in Computer Science, 27, 12, 207, 2011.

[2] E. Wu et al.; Proceedings of SIGMOD Conference, ACM, 407～418, 2006.

주체106(2017)년 8월 5일 원고접수

A Method for Specification and Detection of RFID Complex Events

Rim Kum Song, Choe Chang Il

We introduce a method for specifying and detecting RFID complex events by extending discrete duration calculus.

Key words: RFID complex event, discrete duration calculus, formal specification