

通信システムにおけるサービス競合の形式的定義

3 T-8

米田 多江 太田 理

創価大学

1. はじめに

サービス競合とは、複数サービス間の相互作用によって引き起こされる望ましくない動作のことである。通信システムにおけるサービス競合は、新しい通信サービスを既存サービスに追加するときに生じる。これは、新サービスの開発を妨げる重大な問題となっている。そのため、サービス競合を自動的に検出・除去する手法の研究が行われている。

従来のサービス競合の検出手法においては、状態を生成することによって競合を検出していた。一方、サービス競合検出のための形式的アプローチが提案されている（文献1, 2, 3）。ここでは、競合の形式的定義を提案した文献2の中の“対応”という概念に着目し、“対応する状態”の生成手法を提案し、対応関係を基に競合を定義する。

2. 基本定義

競合の形式的定義を行うにあたり、そこで用いる記号を含め、基本的定義を行う。以下の記述においては添字の編集の都合により例えばijと並べて記述しているので、 i_j と適宜読み替えて欲しい。

2つの単一サービスをそれぞれサービスhとサービスrとする。各サービスにおけるシステム状態（以後単に状態と記す）は、状態記述要素の集合であり、それぞれ u_i, v_j とし、それぞれの状態の集合を S_h, S_r とする。サービスhとrの複合サービスを複合サービス(h,r)とする。複合サービスの状態を s_k とし、その状態の集合を $S_{h,r}$ とする。

単一サービスのサービス仕様は、状態の遷移を規定するルールの集合として定義される。複合サービスのサービス仕様は、単一サービスの仕様を規定しているルールの集合の和として定義される。各ルールは（前条件 イベント 後条件）の3つ組みから成る。

イベントeによる状態tから状態t'への遷移を(t,e,t')と記す。この遷移が、サービスaにおいて実行可能であることを $X_a(t,e,t')$ と記す。サービスaにおいて、状態 t_i から状態 t_j へ到達可能な時、 $R_a(t_i,t_j)$ と記す。特に、 $i=0$ の時は t_i が初期状態であり単に $R(t_i)$ と書く。

サービスhの初期状態を u_0 とし、複合サービス(h,r)の初期状態を s_0 とする。サービスhにおける実行可能な遷移系列 $(u_0, e_1, u_1) (u_1, e_2, u_2) \dots (u_{n-1}, e_n, u_n)$ と複合サービス(h,r)における実行可能な遷移系列 $(s_0, e_1, s_1) (s_1, e_2, s_2) \dots (s_{m-1}, e_m, s_m)$ が対応するための必要十分条件とは、各遷移系列が実行可能であり、かつ、 $0 \leq k_0 < i_1 \leq k_1 < i_2 \leq k_2 \dots < i_n \leq m$, $e_{i_1} = e_1, e_{i_2} = e_2, \dots, e_{i_n} = e_n$ であり全ての j ($0 \leq j \leq m$) と p_j ($i_j \leq p_j \leq k_j$) に対して u_j が s_{p_j} に包含される、この時に u_j と s_{p_j} の状態は対応する。ここでは、これを、 $C(s_{p_j}, u_j)$ と記す。以上の定義の詳細については、文献1を参照されたい。

次に、 $u \in S_h, v \in S_r$ とする。この時にuとvの和集合からなる状態の集合を(u,v)と表わす。(u,v)をスタート状態とし、サービスrのルールを適用して遷移する状態((u,v)を含む)のうち、uが変化しない状態の正規集合をr-closure (u,v)と定義する。

3. 対応した状態の生成

“対応”の定義を基に、対応した状態の生成法について述べる。

状態 u_i に対応する複合サービスの状態を s_{p_i} とする。(状態 u_i に対応する状態は複数あるので、pはその識別のための番号を意味する)

[$i=0$ の時]

単一サービスh, rの初期状態を u_0, v_0 とする。複合サービス(h,r)の初期状態 s_0 は (u_0, v_0) となる。定義により、 u_0 に対応する複合サービス(h,r)の状態は、初期状態からサービスrのルールによって遷移する状態のうち、サービスhにおける状態 u_0 が変化しないものを言い、 $\{s_{p_0}\}$ と表わす。2で定義したr-closureを用いると、次のように求まる。

$U = \text{NULL}$

r-closure (u_0, v_0) を求める

Formal Definitions of Service Interactions in Telecommunications Systems

Tae Yoneda, Tadashi Ohta

Soka University

1-236, Tangi-chou, Hachioji-shi, Tokyo, 192, Japan

r-closure (u_0, v_0) を U に加える

$\{s_{p_0}\} = U$ となる

この $\{s_{p_0}\}$ を u_0 に対応した状態と言う。

[$1 \leq i \leq n$ の時]

単一サービス h の状態を u_i とする。ただし, $X_h(u_{i-1}, e_i, u_i)$ である。 u_{i-1} に対応する複合サービスの状態を $s_{p_{i-1}} = (u_{i-1}, v_{p_{i-1}})$ とする。 イベント e_i によって複合サービスの状態が $s_{p_{i-1}}$ から $s_{p_i} = (u_i, v_{p_i})$ に遷移したとする。 但し, $p_i (=k)$, $p_{i-1} (=q)$ は任意。 即ち, s_{p_i} は複数個存在する。 従って, u_i に対応する複合サービスのシステム状態 s_{p_i} を求めるアルゴリズムは以下の如くである。

$U = \text{NULL}$

for k

if $v_k \in Sr$

r-closure (u_i, v_k) を求める

r-closure の要素のうち U にないものを U に加える

$\{s_{p_i}\} = U$ となる

この $\{s_{p_i}\}$ を u_i に対応した状態と言う。 この時, 上記生成手法より s_{p_i} , u_i は $R_{h,r}(s_{p_i})$, $R_h(u_i)$ である。

図 1 に対応する状態の生成の様子を示す。

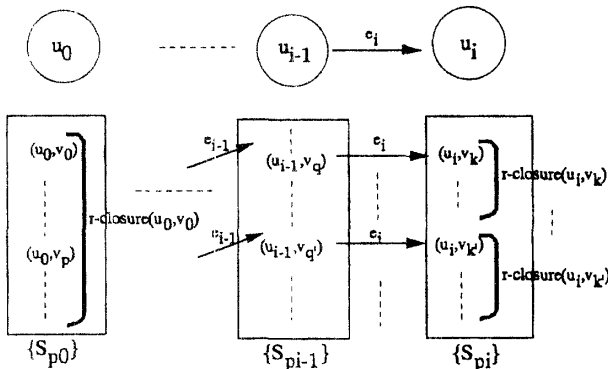


図 1 : 対応状態の生成

以上の導出過程により, S_{p_i} は単一サービスの状態の論理和で表わされることが分かる。 又, 遷移の対応関係は次のように定義できる。 $C(s_{p_{i-1}}, u_{i-1})$, $C(s_{p_i}, u_i)$ であり, かつ $X_{h,r}(s_{p_{i-1}}, e_i, s_{p_i})$, $X_h(u_{i-1}, e_i, u_i)$ のとき, 遷移 $(s_{p_{i-1}}, e_i, s_{p_i})$ は (u_{i-1}, e_i, u_i) に対応すると言い, $C((s_{p_{i-1}}, e_i, s_{p_i}), (u_{i-1}, e_i, u_i))$ と表わす。 即ち, 遷移元と遷移先の状態がそれぞれ対応し, それぞれの状態間の遷移が実行可能であるときに両者の遷移は対応するという。

4. 競合の形式的定義

3章で対応した状態の生成を行うことにより, "

対応" の性質がより明確になった。 これにより, 今までとはまた違った角度で状態を認識することが出来る。 ここでは, "対応" を用いて文献1で分類された意味的矛盾に属する競合状態を定義する。

存在及び対応 (\exists, C) の否定は, それぞれ $\neg \exists$, $\neg C$ と記す。

1) 異常な状態の発生

複合サービスのシステム状態において単一サービスのシステム状態に対応しない状態が発生
 $\exists s \in S_{h,r} [\forall t (\neg C(s,t)), t \in S_h \cup S_r, R_{h,r}(s), R_{h,orr}(t)]$

2) 正常な状態の消失

複合サービスのシステム状態において単一サービスのシステム状態に対応するある状態が消失
 $\neg \exists s \in S_{h,r} [\exists t \in S_h \cup S_r, C(s,t)]$

3) 異常な遷移の発生

複合サービスの状態遷移において単一サービスの状態遷移に対応しない遷移の発生
 $\exists (s_{p_i}, e_j, s_{p_j}) [\neg C((s_{p_i}, e_j, s_{p_j}), (t_i, e_j, t_j)), t_i, t_j \in S_h \cup S_r, C(s_{p_i}, t_i), C(s_{p_j}, t_j)]$

4) 正常な遷移の消失

複合サービスの状態遷移において単一サービスの状態遷移に対応するある遷移が消失
 $\neg \exists (s_{p_i}, e_j, s_{p_j}) [C((s_{p_i}, e_j, s_{p_j}), (t_i, e_j, t_j)), t_i, t_j \in S_h \cup S_r]$

5. まとめ

対応する状態を生成することによって, "状態の対応", "実行可能性", "遷移の対応" の3者の関係が明確になった。 その結果, 対応関係をキーワードに競合を記述することにより, 競合状態を形式的に定義することができた。 文献1では定義において文章が使用されているが, 本論文では全て記号で記述することができた。

参考文献

- 1) Tadashi Ohta, Yoshio Harada, " Classification, Detection and Resolution of Service Interactions in Telecommunication Services", Proc. of FIW'94, pp.60-72, 1994
- 2) 太田 理, 角田良明: 「適応型システムとサービス競合」, 信学技報 IN96-120, 1997年1月
- 3) J.Blom: Formalisation of Requirements with Emphasis on Feature Interaction, Proc. of FIW'97, pp.61-77, 1997