

一种解决共享触发类业务冲突的新方法

魏薇 杨放春

(北京邮电大学网络与交换技术国家重点实验室 北京 100876)

摘要: 不同于以往从同时触发的业务中选择一个业务解决共享触发类业务冲突的方法,该方法将共享触发的业务分为相容性业务和互斥性业务,相容性业务可以根据用户意愿和系统策略顺序触发执行,互斥性业务的优先级确定借鉴免疫网络理论中免疫细胞相互作用的机制,不仅根据共享触发的业务本身,而且结合能够提供用户信息的业务,推测用户对业务的执行意愿,根据策略一致性动态地选择最佳的业务执行。实例证明该方法能够有效解决共享触发类业务冲突,更好地满足用户需求。

关键词: 下一代网络; 业务冲突; 共享触发; 免疫网络理论

中图分类号: TN915.5

文献标识码: A

文章编号: 1009-5896(2007)11-2549-06

A Novel Method of Resolving the Shared Trigger Feature Interaction

Wei Wei Yang Fang-chun

(State Key Laboratory of Networking and Switching Technology, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract: Differed from the traditional resolution method of selecting a service with highest priority, a method is proposed to resolve the Shared Trigger Interaction (STI) by dividing the services into consistent service and conflict service. The consistent services are conducted in turn combining the user's intention with the system policy. The priority of the conflict service is calculated according to the interaction mechanism among the immune cells in the immune network theory, in which considered both the shared trigger services and the relative services providing user's information, deduced the user's intention on the service execution, and dynamically chose the best service with highest priority according to the consistent policy. The example analyses show that the method can resolve the STI effectively and meet the user's demand.

Key words: Next generation network; Feature interaction; Shared Trigger Interaction(STI); Immune network theory

1 引言

电信系统是一个多业务并存的庞大系统,业务的增加或修改对其他业务可能产生影响,系统和用户所期望的影响可被认为是业务协作,否则认为发生了业务冲突(Feature Interaction, FI)^[1],以往业务提供商和网络运营商在提供和部署业务时往往需要花费大量时间和精力研究业务冲突。下一代网络(Next Generation Network, NGN)融合传统固定电话网,移动电话网和Internet网络,开放的业务开发环境使业务的提供更加方便快捷,业务更加多样化,但也使潜在的业务冲突问题也更加突出^[2]。

NGN中应允许用户定制合理的业务执行意愿,并且网络能力应能够满足用户意愿。但是当单个用户申请多个业务时,会话建立过程中可能存在多个业务同时满足触发条件,现有的移动和固定智能网、NGN标准中,由于网络架构和业

务提供方式的限制会产生共享触发类业务冲突(Shared Trigger Interaction, STI)^[3]。STI的检测方法很简单,即检测是否同一用户申请的多个业务同时满足同一触发点^[3-9],文献[4]将免疫原理借鉴到业务冲突的检测中,通过判断是否有多个淋巴细胞都识别出了抗原并产生不同的抗体来检测STI。由于STI的检测方法较为简单和容易实现,近年来对STI的研究集中在有效解决STI的方法上。当前实际电信网的运营和标准化组织制订的规范中都对同一事件标准触发的业务做出限制^[9,10],即在同一时刻只允许触发一个业务以避免STI。文献[3,5-8]都是选择一个优先级最高的业务执行来解决STI,研究的重点在于如何确定业务的优先级。文献[5]由用户或系统预先设置业务优先级,如果用户在一段时间内将某业务的优先级设得较高就无法享受定制的其他业务,虽然可以修改设置,但不够灵活;文献[6]根据用户定制业务时预先设定的业务执行策略选择业务,相对于优先级方法灵活些,但是策略无法根据用户实际情况灵活动态地更改;文献[3,7,8]将满足触发条件的业务及后续可能触发的业务组合成行为树,选择一棵最佳的行为树作为问题的解,此方法过于

2006-03-31 收到, 2006-06-26 改回

国家 973 计划课题(2003CB314806), 长江学者和创新团队发展计划基金资助课题

消耗时间和空间,对于实时性要求很高的电信系统实用性不强。这些解决方法都只从共享触发的业务中选择一个业务执行,与NGN向用户提供多样化业务的思想相违背,影响用户对业务的使用兴趣;而且以上方法在选择业务的时候都只考虑当前会话中满足触发条件的业务,没有与该用户申请的其他业务相结合,虽然方法实现相对简单,但是也导致解决STI获得的信息不够充分。选择合适的业务的关键在于系统允许用户灵活设置业务的执行意愿,并且能够及时准确地动态获取用户对业务的执行意愿,而现有方法没有很好地研究此问题。

免疫网络理论是Jerne^[11-14]在1974年首先提出的,该理论把整个免疫系统看成是一个由免疫细胞组成的能够相互刺激和协调的网络,免疫细胞不仅要受外来抗原的刺激,它们之间也要相互作用,形成一个动态的免疫网络来完成免疫功能,免疫细胞的共同作用决定对抗原的识别程度。

NGN中融合语音,数据和视频的业务与多样化和智能化的终端相结合,普通用户可以通过网页或其他界面进行个性化设置,定制和修改相关业务信息和业务执行策略,业务与用户的交互更为直接,灵活和方便。同时,NGN中Presence, Location等业务使系统容易实时获取用户所在环境的信息,获得或者推测用户意愿。

本文沿用在NGN体系架构的应用服务器和控制实体(软交换或IP多媒体子系统的服务呼叫会话控制功能)之间设置业务冲突管理器(Feature Interaction Management, FIM)的方法,提出一种新的解决STI的STI-CCSS(Shared Trigger Interaction resolved by Consistent and Conflict Service Set)方法,通过对共享触发的业务进行分析,得出有些业务之间并不矛盾的结论,并将共享触发的业务划分为相容性业务和互斥性业务, FIM从用户定制业务的意愿出发结合系统策略,计算各相容性业务的优先级并顺序触发执行,再借鉴免疫网络理论中免疫细胞相互作用的机制,不仅根据共享触发的业务本身,而且与能够提供用户信息的Presence和Location等业务相结合,通过分析系统和用户设定的业务执行策略,推测用户对业务的执行意愿,最后根据触发事件和关联业务对该互斥性业务的共同激励程度,获得系统和用户对业务执行意愿的整体目标,选择受激励程度最大的业务执行,从而能够选择最合适的业务,更好地满足用户需求。

2 共享触发的业务分析

从用户申请业务的意愿和同时触发的业务实例分析,有些共享触发的业务并不一定相互矛盾。例如终端个人呼叫助理(Terminal Personal Call Assistant, T-PCA)和无条件呼叫前转(Call Forward Unconditionally, CFU)产生STI,合理的解决方法应该是先执行T-PCA,如果会话发起方不在用户设置的屏蔽列表中,继续执行CFU,反之释放此呼叫。传统方法只从T-PCA和CFU中选择一个业务执行,无论选择哪一个业务都没有很好地满足用户意愿。

但是有些共享触发的业务不能都执行,例如遇忙呼叫前转(Call Forward on Busy, CFB)和呼叫等待(Call Waiting, CW)产生STI, CFB将呼叫前转到预先设定的终端, CW提示主叫用户等待,两个业务连接到不同的资源,但是为了建立会话必须选择一个业务执行,此时业务的选择策略至关重要。

3 共享触发的业务分类

电信系统相当于一个有限状态自动机,接收到事件时产生响应。业务执行结果返回控制实体后,可能会改变基本呼叫状态模型(Basic Call State Model, BCSM)的当前事件触发点trigEvent^[15],要使当前trigEvent触发的多个业务中,一个业务执行完毕后,后一个业务也能够执行,则前一个业务的执行结果必须不改变当前trigEvent,即在一次有效会话的BCSM中,用户触发的业务执行完后,不改变业务触发方的trigEvent和下一步动作。本文根据业务执行结果是否改变当前trigEvent对业务进行划分,并作如下定义。

定义1 相容性业务:共享触发的 n 个业务 $ST=\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ 中,若 $s_i(2 \leq i \leq n)$ 的执行结果不改变当前trigEvent,则称 s_i 为相容性业务。相容性业务可组成相容性业务集合ST-CS。

定义2 互斥性业务:若 s_i 执行结果改变当前trigEvent,则称 s_i 互斥性业务。互斥性业务可组成互斥性业务集合ST-CF。

例如,发端个人呼叫助理(Originating Personal Call Assistant, O-PCA)的trigEvent是Address_Analyzed, BCSM的下一步动作是routeReq。O-PCA执行完后有两种情况,一种情况是O-PCA判断出被叫号码不在用户预先设定的屏蔽号码列表中,指示会话控制实体继续此呼叫,此时原trigEvent及其下一步动作routeReq均有效;另一种情况是O-PCA判断出被叫号码在屏蔽号码列表中,通知网络侧中止当前呼叫并释放资源,此会话可视为无效,无需继续执行其他业务。所以O-PCA属于ST-CS。

CFB的触发点为tBusy,未触发CFB时BCSM的下一步动作是连接至被叫终端,业务执行完毕返回trigEvent时,BCSM的下一步动作消息变为建立呼叫至前转号码routeReq,所以CFB属于ST-CF。

定义3 修改数据业务:如果ST-CS中 s_i 的执行结果修改BCSM下一步动作消息中参数的具体取值,则称此 s_i 为修改数据业务。修改数据业务可组成修改数据业务集合ST-MD。

例如,号码翻译(NT: Number Translation)业务正常运行后,BCSM的下一步动作routeReq的实际呼出号码为翻译后号码,所以NT属于ST-MD。修改数据业务可能会对共享触发的其他业务的执行产生影响,例如NT可能会影响O-PCA的执行,此时可以根据用户预先设定的策略决定O-PCA参照NT执行之前还是执行后的翻译号码。

4 共享触发类业务冲突的解决方法

为了更好地满足用户对业务的执行意愿,应该根据用户意愿和系统策略尽可能执行更多的业务。针对相容性业务和互斥性业务的特点,STI-CCSS解决STI的具体方法如下。

4.1 相容性业务的执行策略

对于相容性业务,由于业务执行结果不改变当前trigEvent,可以依次触发执行。考虑到业务之间可能存在依存关系,修改数据业务可能对其它业务的输入参数产生影响,所以触发执行的顺序非常重要。本文针对相容性业务制定如下规则。

规则1 若 $|ST-MD| \neq 0$,优先执行ST-MD中的业务,并根据用户设定的业务执行意愿,决定是否将业务执行结果修改的数据作为后续业务执行时的部分输入参数。若用户未预先设定业务执行意愿,按照系统缺省策略执行。

规则2 若 $|ST-CS-ST-MD| \neq 0$,按照用户意愿结合系统默认策略计算集合(ST-CS-ST-MD)中各业务的优先级,顺序触发执行。

规则3 若某个业务的响应结果为释放呼叫,直接中止会话建立,不再执行后续业务。

相容性业务执行完毕,并且响应结果都不是释放呼叫,则继续触发执行互斥性业务。

4.2 互斥性业务的执行策略

互斥性业务执行后改变当前trigEvent,无法继续触发执行其他业务,所以多个互斥性业务无法都触发执行,但是为了建立会话必须选择执行一个业务,此时业务选择策略至关重要。

在免疫网络理论中,免疫细胞对抗原的作用不是单纯考虑识别抗原的免疫细胞的作用,而是由免疫网络中细胞的共同作用产生的,这给我们解决STI提供了新的思路。本文在解决STI时,互斥性业务的选择不仅根据共享触发的业务本身,而且与能够提供用户意愿信息的业务相结合,通过这些业务的共同作用判断用户对业务的执行意愿,选择最合适的互斥性业务。通过对免疫网络理论和业务冲突问题的深入分析,本文将产生共享触发的互斥性业务 s_i 对应为识别抗原的免疫细胞B,将能给互斥性业务 s_i 提供信息的业务对应于与能够识别免疫细胞B的其它免疫细胞,将最后选择的互斥性业务对应于产生的免疫应答。下面结合免疫网络理论对互斥性业务的选择方法进行分析。

4.2.1 免疫细胞识别抗原 免疫细胞(B Immune Cell, B)通过抗原(Antigen, Ag)上的抗原决定基(Antigenic Determinant)识别抗原后产生抗体(Antibody, Ab)。类似地,在会话建立过程中,当 s_i 满足trigEvent时, s_i 被触发执行。Ag可能被多个B识别, trigEvent也可能触发多个互斥性业务 s_i ,组成ST-CF。

4.2.2 免疫细胞相互作用 在免疫网络理论中, B不仅要接受外来Ag的刺激, B相互之间也能够相互刺激和协调。如图1

所示, Ag上的抗原决定基能被B的Ab识别, Ab上也有能被其他Ab识别的决定基,被称为独特位(Idiotopes, Id)。某Ag被 B_1 识别产生 Ab_1 , Ab_1 的独特位又被 B_2 识别产生 Ab_2 , 依此类推,形成免疫细胞相互作用的网格。

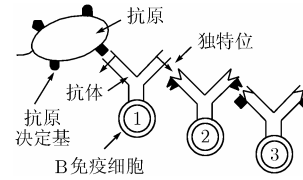


图 1 免疫网络理论示意图

免疫网络中, Ab 上的 Id 能够被其他 B 识别。类似地, STI-CCSS 方法在选择互斥性业务时,可以与当前用户定制的能提供用户信息(类似Presence和Location等)的业务相结合,根据用户当前信息(包括状态,位置,个人喜好或情绪等)推测用户对业务的执行意愿,选择最适当的业务执行。本文假定系统允许用户灵活设置业务的执行意愿,并且这些用户意愿是在系统允许的范围内。在用户允许的情况下,系统通过提供用户信息的业务灵活地获取用户对当前会话中满足trigEvent的互斥性业务的执行意愿。

定义 4 关联业务:若用户设定在执行业务 s_i 时可以与提供用户信息的业务 s_j ($1 \leq j \leq m$)相结合,则 s_i 表示与 s_i 有关联的业务,可组成 s_i 的关联业务集合 $RelationSSet(s_i) = \{s_j | 1 \leq j \leq m\}$ 。业务间的关联关系皆为直接关联关系,即只考虑关联关系的自反性和对称性,不考虑关联关系的传递性。

4.2.3 免疫应答 B对所识别的Ag或其他B的应答有阳性和阴性反应两种。阳性反应使细胞增生,激活和刺激分泌Ab,阴性反应导致容噪和抑制。免疫网络理论中B的共同作用决定对Ag的识别程度,识别Ag的B的受激程度 S 可通过式(1)计算得出。

$$S = N_{st} - N_{sup} + A_s \quad (1)$$

其中, N_{st} 代表来自免疫网络中其他B的刺激, N_{sup} 代表来自免疫网络中其他B的抑制, A_s 代表来自Ag的刺激。B受激程度越高,其Ab被选择作为响应的概率越大。

类似地,本文在确定所选择的互斥性业务时,判断各共享触发的互斥性业务与其关联业务的执行策略是否一致,进而判断关联业务对互斥性业务的激励或者抑制作用。因为用户注册和使用业务时会设定业务使用的条件或者直接使用系统的默认条件,这些策略实际上反映了用户对于业务的执行策略或意愿,通过策略一致性原理判断关联业务对互斥性业务的激励或者抑制作用,能够更加准确地推测用户意愿,从而选择最合适的业务执行。基于策略的方法^[16-19]能根据管理者的意愿对被管实体方便地修改策略,增加管理者管理的自由度,还可以提供个性化服务并减少管理费用。

为了支持基于策略的业务冲突解决方法,需要在FIM中增加策略服务器,策略服务器能够接入Presence Server, Location Server等保存用户数据的数据库,获取用户设置的业务使用策略。策略包括条件和行为,满足策略中的条件时执行策略中定义的行为,多个策略集中在一起表达系统和用户对业务的整体目标。本文采用基于“事件Event-条件Condition-行为Action”(ECA)的策略描述规范,同时针对业务冲突问题本身,增加策略的权重,扩展后的业务执行策略一般形式如式(2)所示。

$$\langle \text{Service_Policy} \rangle = \{ \langle \text{PolicyID} \rangle \langle \text{Events} \rangle \langle \text{Conditions} \rangle \langle \text{Actions} \rangle \langle \text{Weight} \rangle \} = \{ \langle \text{PolicyID} \rangle \langle \text{Event}[\text{and}][\text{or}] \rangle \langle \text{Condition}[\text{and}][\text{or}] \rangle \langle \text{Action}[\text{and}] \rangle \langle \text{Weight} \rangle \} \quad (2)$$

$\langle \text{PolicyID} \rangle = N$, 唯一标识某一策略;

$\langle \text{Event} \rangle = \{ \text{tBusy}[\text{and}][\text{or}]\text{tNoAnswer}[\text{and}][\text{or}] \dots \}$, 表示每一个业务的触发条件,相当于策略的触发点;

$\langle \text{Condition} \rangle = \{ \langle \text{Time} \rangle[\text{and}][\text{or}]\langle \text{Status} \rangle[\text{and}][\text{or}] \dots \}$, 表示系统或用户设定的业务执行的详细限制条件,例如触发时间范围等,多个简单条件之间的组合关系为逻辑与或者或,缺省情况下表示无特别的时间和条件限制,表示为default;

$\langle \text{Action} \rangle = \{ \langle \text{release} \rangle[\text{and}][\text{or}]\langle \text{forwardTo}(\text{User}) \rangle[\text{and}][\text{or}] \dots \}$, 代表业务的行为,表示业务的执行意愿;

$\langle \text{Weight} \rangle = N$, 表示策略的权重,值越高代表执行意愿越强烈。权重的确定应遵守一定的规则,如时间最近原则,临时修改优先原则,喜好程度原则等^[19]。

两个互斥性业务执行策略的Event同时得到满足,Conditions重叠,并且Actions不一致时,产生STI,只能选择一个业务执行。根据免疫网络理论,ST-CF中各 s_i 的激励程度Stimulus(s_i)可通过式(3)计算得出。

$$\text{Stimulus}(s_i) = \sum_{j=1}^m c_j \times f(s_j, s_i) - \sum_{j=1}^m c_j \times g(s_j, s_i) + c_i \times p(\text{trigEvent}) \quad (3)$$

其中 s_j 表示与关联的业务, m 表示 s_i 的关联业务的个数; f 表示 s_j 的执行策略与 s_i 的执行策略一致,对 s_i 的执行起促进作用; g 表示 s_j 的执行策略与 s_i 的执行策略不一致,对 s_i 的执行起抑制作用; p 表示trigEvent对 s_i 的激励程度; c_i 表示 s_i 执行策略的权重, c_j 表示 s_j 执行策略的权重。通过计算 s_i 受其trigEvent和相关联的 s_j 的激励程度,选择激励程度最高的 s_i 作为响应。在激励相同的情况下,系统随机选择一个 s_i 执行。

综合以上分析,本文提出的共享触发类业务冲突的解决方法STI-CCSS如下。

步骤1 检测到多个业务满足同一trigEvent,判断产生STI;

步骤2 根据定义,判断各 s_i 是相容性业务,还是互斥性业务;

步骤3 如果 $|\text{ST-MD}| = 0$,执行修改数据业务:

(1) 根据用户意愿结合系统默认策略计算各 s_i 的优先级并从高到低排列;

(2) 依次执行集合ST-MD中各 s_i ;

(3) 如果某个 s_i 的执行结果为释放呼叫,转步骤6;

步骤4 如果 $|\text{ST-CS-ST-MD}| = 0$,执行集合(ST-CS-ST-MD)中各业务:

(1) 根据用户意愿结合系统默认策略计算集合(ST-CS-ST-MD)中各 s_i 的优先级并从高到低排列;

(2) 根据规则1依次执行各 s_i ;

(3) 如果某个 s_i 的执行结果为释放呼叫,转步骤6;

步骤5 如果 $|\text{ST-CF}| = 0$,选择一个互斥性业务执行:

(1) 根据用户和系统设置获得与 s_i 有关联的业务集合RelationSSet(s_i);

(2) 根据式(3)计算各 s_i 的受激程度Stimulus(s_i)并从高到低排列;

(3) 根据规则1执行第一个 s_i ;

步骤6 将最后执行的 s_i 的响应结果发送到网络侧的控制实体。

5 实例研究

为了验证上述方法的有效性,本文选取现有电信网和NGN中部分业务作为实例进行分析,并假定用户只是希望业务都能够执行,并未设定业务的优先级,因此采用系统缺省策略执行各业务。业务涉及会话控制和消息类业务,包括NT、O-PCA、BM(Barring for Media)、CFU、CW、CFB、T-PCA、提醒费用的预付费业务PPAoC(Pre-Paid with Advice of Charge)、多媒体消息呼叫秘书MMCS(Multimedia Message Call Secretary)和FindMe共10种业务。假定各业务的触发事件均已在网络侧注册。实例分析结果如表1所示,其中A表示业务在发端触发,B表示业务在收端触发,CS表示业务是相容性业务,CF表示业务是互斥性业务,Y表示STI-CCSS方法能够解决此STI。

实例1 NT, O-PCA, BM和PPAoC

根据定义,ST-CS={NT,O-PCA,BM},ST-MD={NT},ST-CF={PPAoC}。根据方法STI-CCSS,FIM先执行NT,采用系统缺省策略将NT执行后的真实呼出号码作为O-PCA的部分输入,如果翻译后的号码不在屏蔽列表中则继续执行BM业务,判断用户是否可以申请媒体流,如果可以,继续执行PPAoC业务;如果NT翻译后的号码在预先设置的屏蔽列表中或者BM不允许此用户申请媒体流,根据规则3视此次会话为无效呼叫,无需执行后续业务。

实例2 T-PCA和CFU

根据定义,ST-CS={T-PCA},ST-MD=NULL,ST-CF

={CFU}。根据方法STI-CCSS, FIM先执行T-PCA, 如果判断出呼叫发起方不在接收方的屏蔽号码列表中, 则继续执行CFU; 否则, T-PCA的响应为释放呼叫, 根据规则3视此次会话为无效呼叫, 无需执行后续业务。

表 1 STI-CCSS 方法解决 STI

trigEvent	Service	CS/CF	Resolve
Address_Analyzed (A)	NT	CS	Y
	O-PCA	CS	
	BM	CS	
	PPAoC	CF	
termAttemptAuthorized (B)	T-PCA	CS	Y
	CFU	CF	
tBusy (B)	MMCS	CS	Y
	CW	CF	
	CFB	CF	
tNoAnswer (B)	MMCS	CS	Y
	FindMe	CF	

实例 3 MMCS, CW和CFB

根据定义, ST-CS={MMCS}, ST-CF={CW, CFB}。根据方法STI-CCSS, FIM先执行ST-CS中的MMCS, 向用户预先设定的手机终端或者电子邮箱发送多媒体消息, 之后FIM选择CW和CFB中优先级最高的业务执行, 作为触发事件tBusy的响应。CW和CFB的优先级确定方式采用本文提出的方法, 即借鉴免疫网络理论中免疫细胞相互作用的机制。首先需要明确当前情况下用户对两个业务的执行意愿, CW和CFB的业务执行策略如下。

<CW_Policy>=<1><tBusy><default><Waiting(A)><1>

<CFB_Policy>=<2><tBusy or tNoAnswer><default><forwardTo(C)><1>

假定策略均为系统缺省策略, 权重为 1; Waiting(A)表示提醒主叫用户 A 等待; forwardTo(C)表示前转到预先设置的终端 C。单从业务本身提供的信息无法确定应该执行哪个业务, 假定该用户同时申请了 Presence 业务, 并且允许系统根据 Presence 中的场景设置灵活地选择业务, 故将其策略中 Event 设为 relation, 由于该用户在办公室与重要客人 D 进行电话会议, 所以通过 Presence 业务将其状态设为“会议进行中”, 同时因为此状态为用户最新设置, 根据时间最近优先原则, 业务执行策略的权重设为 2, 此时 Presence 业务的执行策略如下。

<Presence_Policy>=<3><relation><inMeeting><forwardTo(C)><2>

可见, <Presence_Policy>的 Action 与<CW_Policy>

的 Action 不一致, 与<CFB_Policy>的 Action 一致, 即执行策略 1 和 3 不一致, Presence 对 CW 起抑制作用, 激励作用 $f(Presence, CW)=0$, 执行策略 1 和 2 一致, Presence 对 CFB 起激励作用, 抑制作用 $g(Presence, CFB)=0$ 。根据式(3)可得。

$$Stimulus(CW) = 2f(Presence, CW) - 2g(Presence, CW) + p(tbusy) = p(tbusy) - 2g(Presence, CW)$$

$$Stimulus(CFB) = 2f(Presence, CFB) - 2g(Presence, CFB) + p(tbusy) = p(tbusy) + 2f(Presence, CFB)$$

$$Stimulus(CFB) > Stimulus(CW)$$

所以 FIM 的策略服务器选择执行 CFB 业务。而未采用本文方法之前, 系统仅依靠业务本身提供的信息无法确定选择哪个业务合适, 与能够提供用户信息的 Presence 业务相结合后, 系统得到用户当前状态是“会议进行中”, 推测用户的意愿是不希望现在被打扰, 所以选择 CFB 业务执行。综合以上分析, 对于实例 3 中的业务冲突, FIM 先执行 MMCS, 然后执行 CFB 业务。

实例 4 MMCS和FindMe

根据定义, ST-CS={MMCS}, ST-MD=NULL, ST-CF={FindMe}。根据方法 STI-CCSS, FIM 先执行 MMCS, 向用户预先设定的手机终端或者电子邮箱发送消息, 之后执行 FindMe, 将呼叫前转到下一个候选终端上, 直到用户应答呼叫或所有的候选终端均已连接一遍为止。

通过对 10 个业务实例进行分析, 可以看出本文提出的 STI-CCSS 方法能够简单有效地解决 STI, 尽可能地从共享触发的业务中选择更多的业务执行, 采用将同时满足触发条件的业务与能够提供用户信息的业务相结合的方法, FIM 的策略服务器能够更加准确地推测用户意愿, 选择合适的业务执行。方法从业务的一般特性出发, 与业务本身无关, 因此可以适用于解决新业务之间的 STI, 具有良好的扩展性。而传统解决 STI 的方法^[3,5-9]都是从共享触发的业务中选择一个优先级最高的业务执行, 解决方法过于简单, 而且系统无论选择哪一个业务单独执行实际上都破坏了用户对所申请的其他业务的执行意愿, 无法很好地满足用户意愿。

需要说明的是, 有些标准中部分业务在其基本功能执行完毕后, 继续监视网络侧呼叫事件直到会话建立失败或者会话结束, 此时无法继续触发执行其他业务, 使本方法退化为基于用户意愿或系统策略选择一个业务执行的传统解决方法。本文假定上述业务的具体实现不监视网络侧与业务基本功能无关的事件, 即业务执行完基本功能后, 就将对话话的控制权交回网络侧。

6 结束语

不同于以往简单地从共享触发的多个业务中选择一个业务解决 STI 的方法, 本文为了最大限度地执行较多的业务, 更好地满足用户和业务提供商对业务多样化的需求, 提出一

种新的解决 STI 方法 STI-CCSS。方法根据业务执行结果是否改变当前触发点及其下一步动作,将共享触发的业务分为相容性业务和互斥性业务,结合用户定制业务时的意愿和系统默认策略计算相容性业务集合中各业务的优先级并从高到低依次触发执行,基于免疫网络理论选择一个互斥性业务执行,不同于以往方法只考虑同时满足触发条件的业务本身,STI-CCSS 方法与能够提供用户信息的业务相结合,通过将用户所在环境信息与用户的意愿联系起来,推测用户对业务的执行意愿,根据业务执行策略一致性原理选择适当的业务执行,更好地满足用户需求。

方法的不足在于,目前只是经验公式,随着业务数量的增多和实现方式的多样化,冲突情况更加复杂,方法需要随之进一步完善。

参 考 文 献

- [1] Keck D O and Kuehn P J. The feature and service interaction problem in telecommunications systems: a survey. *IEEE Trans. on Software Engineering*, 1998, 24(10): 779-796.
- [2] Calder M, Kolberg M, and Magill E H, *et al.* Feature interaction: a critical review and considered forecast. *Computer Networks*, 2003, 41(1): 115-141.
- [3] Marples D and Magill E H. The use of rollback to prevent incorrect operation of features in intelligent network based systems. *Feature Interactions in Telecommunications and Software Systems V*, Amsterdam, IOS Press, 1998, 115-134.
- [4] 熊文剑, 杨放春. 基于免疫原理的业务冲突管理系统框架. *北京邮电大学学报(自然版)*, 2005, 28(6): 106-109.
- [5] Tsang S and Magill E H. Behaviour based run-time feature interaction detection and resolution approaches for intelligent networks. *Feature Interactions in Telecommunications Systems IV*, Montreal, IOS Press, 1997, 254-270.
- [6] 徐九韵, 李凯, 杨放春. 基于策略的业务冲突动态解决方法的研究与实现. 2003 年全国计算机大会, 北京, 2003, 634-638.
- [7] Reiff-Marganec S. Runtime resolution of feature interactions in evolving telecommunications systems. [Ph.D. Dessertation], University of Glasgow, Glasgow, 2002.
- [8] Calder M, Kolberg M, and Magill E H, *et al.* Hybrid solutions to the feature interaction problem. *Proc. 7th. Feature Interactions in Telecommunications and Software Systems*, Amsterdam, IOS Press, 2003, 295-312.
- [9] ITU-T Q. 1214-1993, General recommendations on telephone switching and signaling (Intelligent Network). *Distributed Functional Plane for Intelligent Network (CS-1)*.
- [10] 3GPP TS 29. 198-2004 Open service access application programming interface.
- [11] Jerne N K. The immune system. *Scientific American*, 1973, 229(1): 51-60.
- [12] Jerne N K. Towards a Network Theory of the Immune System. *Annual Immunology*, 1974, 125C: 373-389.
- [13] 肖人彬, 王磊. 人工免疫系统: 原理, 模型, 分析及展望. *计算机学报*, 2002, 25(12): 1281-1293.
- [14] 焦李成, 杜海峰. 人工免疫系统进展与展望. *电子学报*, 2003, 31(10): 1540-1549.
- [15] 3GPP TS 23.078-2005, Customized applications for mobile network enhanced logic (CAMEL); Stage 2.
- [16] Lewis L. Implementing policy in enterprise networks. *IEEE Communications Magazine*, 1996, 34(1): 50-55.
- [17] Flegkas P, Trimintzios P, and Pavlou G. A policy-based quality of service management system for IP DiffServ networks. *IEEE Network*, 2002, 16(2): 50-56.
- [18] Lupu E C and Sloman M. Conflicts in policy-based distributed systems management. *IEEE Trans. on Software Engineering*, 1999, 25(6): 852-869.
- [19] Reiff-Marganec S and Turner K J. Feature interaction in policies. *Computer Networks*, 2004, 45(5): 569-584.

魏 薇: 女, 1978 年生, 博士生, 研究方向为通信软件、下一代网络。

杨放春: 男, 1957 年生, 教授, 博士生导师, 主要研究领域为通信软件、智能网、下一代网络。