

PUC

Monografias em Ciência da Computação
nº 7/92

Sistemas de Informação de Escritório usando Redes de Petri

Sidney D. Silva
Hugo Fuks

Departamento de Informática

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
RUA MARQUÊS DE SÃO VICENTE, 225 - CEP 22453
RIO DE JANEIRO - BRASIL

PUC RIO - DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Monografias em Ciência da Computação, Nº 7/92

Editor: Carlos J. P. Lucena

Março, 1992

**Sistemas de Informação de Escritório
usando Redes de Petri**

Sidney D. Silva

Hugo Fuks

* Este trabalho foi patrocinado pela Secretaria de Ciência e Tecnologia da Presidência da República Federativa do Brasil.

In charge of publications:

Rosane Teles Lins Castilho
Assessoria de Biblioteca, Documentação e Informação
PUC Rio - Departamento de Informática
Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea
22453 - Rio de Janeiro, RJ
Brasil

Tel.: (021) 529-9386

Telex: 31078

Fax: (021) 511-5645

E-mail: rosane@inf.puc-rio.br

Resumo

Escritórios são sistemas abertos e seu bom funcionamento é vital para as pessoas que trabalham nesses ambientes. A interação entre as pessoas decorrente das atividades típicas de escritório apresenta características que demandam sistemas de informação orientados para processos cooperativos. Neste trabalho são revisados os diferentes tipos de sistemas de suporte ao trabalho cooperativo e aspectos básicos de diálogos homem-máquina considerados inteligentes. O uso desse tipo de diálogo - conjugado ou não com o linguagem natural - representa uma linha de pesquisa promissora e pode facilitar a interação entre pessoas ajudada por computador. A representação da dinâmica do processo de interação com o uso de Redes de Petri Compactas é investigada. Um modelo representativo da interação entre pessoas a partir da abordagem por atos de linguagem é desenvolvido com a aplicação de Redes de Petri.

Palavras-chave

Sistemas de Informação de Escritório, Redes de Petri, Diálogo, Trabalho Cooperativo

Abstract

Offices are Open Systems. Office activities demand cooperative oriented information systems. Cooperative systems and the desired aspects of intelligent man-machine dialogues are investigated. Petri Nets are used to represent the dynamic aspects of the interaction process in a cooperative environment.

Keywords

Office Information Systems, Petri Nets, Dialogue, Cooperative Work

Sistemas de Informação de Escritório usando Redes de Petri

**Sidney D. Silva
Hugo Fuks**

**hugo@inf.puc-rio.br
Departamento de Informática
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Rua Marquês de São Vicente 225
22453 RJ Brasil**

Resumo

Escritórios são sistemas abertos e seu bom funcionamento é vital para as pessoas que trabalham nesses ambientes. A interação entre as pessoas decorrente das atividades típicas de escritório apresenta características que demandam sistemas de informação orientados para processos cooperativos. Neste trabalho são revisados os diferentes tipos de sistemas de suporte ao trabalho cooperativo e aspectos básicos de diálogos homem-máquina considerados inteligentes. O uso desse tipo de diálogo - conjugado ou não com o linguagem natural - representa uma linha de pesquisa promissora e pode facilitar a interação entre pessoas ajudada por computador. A representação da dinâmica do processo de interação com o uso de Redes de Petri Compactas é investigada. Um modelo representativo da interação entre pessoas a partir da abordagem por atos de linguagem é desenvolvido com a aplicação de Redes de Petri.

Palavras-chave

Sistemas de Informação de Escritório, Redes de Petri, Diálogo, Trabalho Cooperativo

1. Introdução

Escritório é uma designação genérica para os ambientes onde se faz trabalho normalmente conceituado como trabalho de escritório. Mais do que um lugar físico, o termo conceitua o componente organizacional que é responsável pelos mecanismos que mantêm o estado dos negócios da empresa (Hogg 85), e cujo trabalho lida basicamente com informação.

A automação do trabalho de escritório avança com rapidez sempre que as tarefas são repetitivas, possibilitando a substituição de pessoas por máquinas que façam o seu trabalho (Tsichritzis 85). São exemplos típicos as tarefas relacionadas com contas a pagar, contas a receber e os registros contábeis, isto é, o processamento de dados tradicional. Segundo (Ellis & Naffah 87), tarefas afetas ao nível de gerência da organização e que não podem ser executadas por computadores têm sido apoiadas por sistemas informatizados como os sistemas de informação gerencial e os de suporte a decisões. As tarefas executadas no ambiente de escritório que se apresentam como de difícil - eventualmente impossível - automação são as relacionadas com o trabalho não estruturado. Escritórios sob a ótica de sistemas abertos, devem interagir com os componentes internos operacionais e também com o mundo externo, coordenando o trabalho da organização em face dos estímulos do meio-ambiente.

A interação entre a organização e o seu meio-ambiente é feita através de pessoas. Mais do que na informação ou no processamento de dados, a energia vital de um ambiente de escritório reside na interação entre as pessoas que devem executar as suas tarefas (Winograd 88).

A compreensão de que as tarefas não-estruturadas encontram-se disseminadas pelos diversos níveis hierárquicos de um escritório levou à proposição, nos últimos anos, de sistemas de informação de escritório (SIE) que dêem suporte ao compartilhamento e à integração da informação entre os diferentes tipos de trabalhadores em escritórios,

ajudando-os no processo de solução de problemas. Os ambientes de escritório estão sendo mudados pelo avanço tecnológico que possibilitou o surgimento de estações de trabalho e de sistemas de comunicação avançados, provocando mudanças nas maneiras pelas quais as pessoas interagem entre si. Estações de trabalho são ambientes que compreendem processadores, memórias e facilidades de entrada e saída de dados, à disposição dos usuários finais para ajudá-los a fazer o seu trabalho. Sistemas de comunicação avançados se utilizam de satélites de comunicação, redes locais e sistemas telefônicos na comunicação entre as estações de trabalho. A interação entre as pessoas através de suas estações de trabalho e de sistemas de comunicação requer o suporte de sistemas de computador com requisitos distintos dos considerados usualmente.

Os novos aspectos decorrentes da consideração de grupos de pessoas que trabalham em conjunto e que se utilizam de suporte do computador no processo de interação deu origem a um novo campo de pesquisa multidisciplinar, denominado de Trabalho Cooperativo Apoiado por Computador - TCAC (*Computer Supported Cooperative Work - CSCW*). Especialistas de diversas áreas buscam compreender como os grupos trabalham e pesquisam maneiras de oferecer suporte tecnológico ao processo de cooperação percebido.

Este trabalho tem como foco central a percepção da dinâmica da interação entre as pessoas e a sua representação através de modelos com formalismo adequado para uso na especificação de groupware, isto é, sistemas para suporte ao trabalho em grupo. Na nossa abordagem utilizamos Redes de Petri acrescidas de anotações em uma linguagem formal baseada em lógica de primeira ordem para a representação conceitual dos processos de interação.

O restante deste trabalho está estruturado como segue. Na seção 2 apresentamos uma taxonomia dos diversos tipos de sistema de apoio ao trabalho cooperativo, com referências a implementações ilustrativas das classes abordadas. A seção 3 contém aspectos de interfaces de usuário que se utilizam de linguagem natural ou de comportamento conceituado como inteligente como forma de facilitar o diálogo homem-máquina. Na seção 4 apresentamos o tipo de Rede de Petri que empregamos na representação do processo de interação entre as pessoas. A seção 5 mostra uma possível maneira de se perceber a interação entre pessoas - através de atos de fala - e sua representação com a aplicação do tipo de Rede de Petri apresentado na seção 4. Na seção 6 apresentamos um estudo de caso - a representação da interação entre pessoas durante o processo de análise de uma proposta de curso de extensão universitária na PUC-RJ. A seção 7 contém observações sobre o trabalho efetuado e direções para futuras pesquisas.

2. Sistemas de Apoio ao Trabalho Cooperativo

Sistemas de apoio ao trabalho cooperativo devem atender, segundo (Ellis, Gibbs & Rein 91), a requisitos considerados básicos nas áreas de comunicação, colaboração e coordenação. Nessa visão, a comunicação no interior de uma organização ainda apresenta pouca integração entre os mundos síncrono e assíncrono. A transferência de documentos entre dois endereços telefônicos quaisquer, por exemplo, não é sempre possível, por outro lado, ainda não é comum que em sua estação de trabalho o usuário possa efetuar ou receber ligações telefônicas de voz.

A colaboração implica o compartilhamento de informação pelos usuários. Segundo Ellis, os sistemas de gerência de banco de dados normalmente utilizados pelos SIEs não oferecem os recursos necessários aos sistemas de apoio ao trabalho cooperativo. No caso de um ambiente de projeto cooperativo apoiado por computador, por exemplo, uma transação pode demorar de alguns segundos até vários dias, e dois projetistas que estejam trabalhando simultaneamente no mesmo projeto não possuem mecanismos que os mantenham informados sobre o andamento das alterações que cada um está fazendo.

A coordenação é necessária sempre que se desenvolve um trabalho em grupo, representando um overhead natural nesse tipo de atividade. Ellis apresenta como ilustrativo da importância da coordenação um ambiente de desenvolvimento de programas

de computador e aponta para o fato de, na ausência de coordenação, ser elevada a possibilidade das pessoas se envolverem em conflito ou realizarem ações repetitivas.

2.1. Taxonomia dos Sistemas de Apoio ao Trabalho Cooperativo

Ellis (91) apresenta duas classificações para os sistemas de apoio ao trabalho cooperativo, tratando do nível de tempo-espço e do nível de aplicação. No primeiro caso os sistemas são diferenciados pelo tipo de suporte que oferecem à interação, exigindo - ou não - sincronismo e suportando - ou não - a interação face-a-face. A classificação ao nível de aplicação é mais exaustiva, fornecendo uma referência estruturada para o exame dos diversos tipos de apoio ao trabalho em grupo, conforme abordado nos itens seguintes.

2.1.1. Sistemas de Correio Eletrônico

Sistemas de correio eletrônico suportam a interação assíncrona entre as pessoas, sendo o mais antigo e conhecido tipo de sistema de suporte ao trabalho cooperativo. Esses sistemas possuem um conjunto de componentes básicos composto por editores para preparação de mensagens, facilidade para múltiplo endereçamento de mensagens, facilidade para inclusão de texto existente em arquivo, capacidade de aviso da recepção de mensagens, capacidade de seleção de mensagens recebidas, capacidade de agrupamento seletivo de mensagens recebidas, facilidade para resposta a mensagem recebida e capacidade para manutenção de conversa simultânea entre receptor e destinatário, quando ambos estão interagindo ao mesmo tempo com o sistema (Licklider & Wezza 88, Soares 90).

Os sistemas de correio eletrônico provocaram uma mudança nas atitudes e comportamentos das pessoas no ambiente organizacional. As correspondências elaboradas em um sistema desse tipo não precisam ser datilografadas corretamente, como o esperado em um documento tradicional em papel. O relacionamento entre pessoas de diferentes níveis hierárquicos foi modificado, já que através do correio eletrônico alguém pode dirigir-se a outro hierarquicamente superior sem que o destinatário se sinta ofendido. As convenções sociais usualmente observadas rigidamente nas correspondências tradicionais podem ser suprimidas, em favor de maior objetividade. Com os sistemas de correio eletrônico as pessoas passaram a ter uma memória da correspondência já que, diferentemente do telefone, por exemplo, não há necessidade de emissor e destinatário estarem disponíveis ao mesmo tempo.

Com a proliferação de redes de processamento, os sistemas de mensagens eletrônicas estão apresentando um novo conjunto de problemas decorrente da interligação de redes de comunicação (Tsichritzis & Gibbs 85). Parte desses problemas é decorrente da facilidade do correio múltiplo - com essa facilidade é possível enviar uma mensagem para um grande número de destinatários. Se, sob a ótica do emissor, há a segurança de não haver esquecido de ninguém graças, à facilidade de composição da lista de destinatários, sob a ótica do destinatário há o ônus de ler tudo aquilo que recebe.

A não observância da hierarquia nas organizações - citada também como uma vantagem desse tipo de sistema - faz com que destinatários de níveis hierárquicos mais elevados recebam mensagens irrestritamente e que muitas vezes cuidam de detalhes incompatíveis com seus cargos. Seria adequado se o processo de comunicação por correio eletrônico respeitasse as linhas de comunicação organizacional (embora isso seja, de certa forma, conflitante com a 'democratização' da comunicação propiciada e vista como uma das vantagens do sistema).

O sistema de correio eletrônico evoluiu ao longo do tempo para possibilitar correspondências mais estruturadas entre seus usuários, sendo disponíveis atualmente sistemas de mensagens eletrônicas que permitem ao usuário combinar diversos meios para a produção de uma única mensagem (mensagem multimídia). Um exemplo de sistema multimídia encontrado na literatura é o DIAMOND (Thomas et al. 88). Este sistema

serve para criação, edição, transmissão e gerência de mensagens - denominadas documentos - multimídia, que podem conter textos, gráficos, imagens e sons de fala. Sua primeira versão - um protótipo - foi tornada operacional em 1984, e tem sido utilizada como sistema de correio eletrônico pelo grupo que o projetou.

Um documento multimídia no DIAMOND é visto como um objeto estruturado; ele contém uma coleção de elementos de vários tipos de mídia juntamente com informação sobre os elementos individuais, sobre como cada um se relaciona com os demais no contexto do documento e como devem ser apresentados. Através do sistema os usuários podem criar, enviar, receber e exibir documentos, além de executar as operações normais de arquivamento. O sistema é implementado em modo distribuído; olders - conjuntos de documentos e/ou outros folders - são armazenados em um banco de dados distribuído. As informações sobre os usuários, estados das mensagens e preferências dos usuários são mantidas em um banco de dados gerenciado pelo sistema.

2.1.2. Sistemas para Edição Cooperativa de Textos

Membros de um grupo podem necessitar de suporte para editar e compor um texto em conjunto. Sistemas que permitem a edição conjunta de textos possibilitam o trabalho conjunto assíncrono ou em tempo-real, permitindo que um usuário seja notificado das modificações feitas pelos demais participantes envolvidos no processo.

Um exemplo de sistema deste tipo é o CES - Collaborative Document Editing (Greif & Sarin 88). O CES é um sistema de suporte ao trabalho de edição de textos em grupo. Nele um documento é estruturado em termos de uma hierarquia de seções ou itens, cada um rotulado com um número correspondente a seu posicionamento hierárquico (cada documento possui um conjunto de autores, com definições de acesso para cada um deles - leitura ou edição).

Quando um autor está trabalhando em uma seção ou item, uma cópia é feita em sua estação de trabalho, assegurando-lhe tempo satisfatório de resposta. O sistema trata o acesso concorrente de leitura e alteração de textos a nível de item ou seção. É possível que duas ou mais pessoas trabalhem em paralelo na produção de um documento, possuindo isoladamente facilidades para acompanhar o resultado do trabalho a nível de conjunto.

2.1.3. Sistemas de Suporte a Decisão em Grupo e Salas de Reunião Eletrônicas

Os sistemas de suporte às decisões em grupo têm por objetivo apoiar grupos de trabalho na discussão exploratória de assuntos não estruturados, aumentando a rapidez do processo decisório e dando condições de melhoria da qualidade final. Por exemplo, sistemas voltados para a estruturação de decisões - como ferramentas para votação e elaboração de ranking - e ferramentas para análise de tópicos e de idéias geradas em grupo.

O gIBIS - Graphical Issue Based Information System (Concklin & Begeman 88) é um sistema de hipertexto de aplicação específica, voltado para ajudar na captura das primeiras decisões em um ambiente de projeto desenvolvido no âmbito do MCC Software Technology Program. O sistema utiliza o modelo IBIS - Issue Based Information Systems, baseado no princípio de que o processo de projeto para problemas complexos é fundamentalmente uma conversação entre as partes envolvidas - usuários, projetistas e implementadores - na qual cada parte traz as respectivas experiências e pontos de vista para a resolução de aspectos do projeto. Qualquer questão, problema ou dúvida pode ser um aspecto do projeto que pode requerer discussão para que o processo possa progredir.

Para o IBIS, é importante que cada um dos participantes conheça os pontos de vista dos demais participantes. Isso significa que não existe uma definição do ponto em que um assunto pode ser considerado encerrado, isto é, não há a definição de um fecho formal. Cada um dos participantes é estimulado a entender os elementos das propostas dos demais membros e possivelmente a persuadí-los dos seus próprios pontos de vista. O método

empregado busca desestimular movimentos retóricos não-constructivos (como argumentação por repetição), por exemplo, enfatizando movimentos constructivos como elaboração de questões e fornecimento de respostas. A posição considerada como final, isto é, como a que responde à questão originalmente formulada, pode ser qualquer das proposições apresentadas, selecionada por quem detenha autoridade para tanto.

2.1.4. Sistemas de Suporte a Reuniões

Sistemas de suporte a reuniões são ferramentas utilizadas por pessoas fisicamente distantes que necessitam comunicar-se. Esses sistemas podem dar suporte a reuniões de diferentes maneiras, agrupadas por (Ellis, Gibbs & Rein 91) em três tipos básicos, conforme apresentado a seguir.

O primeiro tipo é o dos sistemas de conferência em tempo-real por computador, que possibilita a participação síncrona de usuários fisicamente dispersos em uma reunião a partir de suas estações de trabalho, criando o conceito de uma sala de reuniões eletrônica. Cada participante possui uma janela com a visão do grupo, podendo ou não possuir janelas com aplicações de seu uso exclusivo - acesso à informação pública e à informação privada.

O outro tipo é representado pelos sistemas de suporte à teleconferência de áudio e vídeo. Os sistemas, neste caso, são voltados para dar suporte de telecomunicações para que o usuário, a partir de sua estação de trabalho, possa participar de uma conferência à distância sem a necessidade de se deslocar para salas projetadas e construídas para essa finalidade específica.

O último tipo definido é o dos sistemas para suporte à conferência desktop. Sistemas deste tipo combinam as facilidades normalmente encontradas nos dois tipos já apresentados com as vantagens de se utilizar a estação de trabalho do usuário como interface no processo de interação, dando-lhe facilidades de áudio, vídeo e suporte computacional para interagir com os demais participantes da conferência.

O MPCAL - Multiperson Calendar System (Greif & Sarin 88) é um exemplo de sistema de suporte a reuniões que foi desenvolvido com o objetivo de apoiar a programação de reuniões e o gerenciamento de recursos como salas de reunião, de aula ou de conferência. O sistema funciona com um conjunto de agendas, uma para cada participante ou recurso gerenciado. Cada um pode examinar os blocos de tempo ocupados ou disponíveis das agendas dos demais participantes ou recursos.

No caso de agendas de pessoas, o acesso ao detalhamento da utilização do bloco é restrito ao seu dono. As pessoas que têm acesso ao sistema podem fazer propostas de uso de recursos ou de reuniões com outras que tenham suas agendas acessadas pelo MPCAL. Cada proposta é anotada na agenda dos envolvidos como reuniões a serem confirmadas e cada proponente pode verificar o estado das respostas esperadas dos demais participantes, em qualquer tempo. O sistema associa usuários a operações possíveis sobre uma determinada agenda com base no conceito de papéis - secretária, público e gerente. Um usuário associado ao papel de público de uma dada agenda, somente pode ver os blocos de tempo livres ou ocupados, fazer propostas de reuniões e consultar a situação das propostas feitas. Uma secretária, por outro lado, pode confirmar ou rejeitar propostas de reuniões ou desmarcar reuniões já marcadas. Usuários associados ao papel de gerente têm acesso aos detalhes individuais de suas agendas.

Um outro exemplo de sistema de suporte a reuniões é o RTCAL - Real-Time Conferencing System (Sarin & Greif 85, Greif & Sarin 88) cujo objetivo é o de apoiar o agendamento em tempo real de reuniões futuras entre os participantes de uma reunião. Durante a reunião, os participantes conversam entre si através de telefone, usando a tela do computador como um quadro-negro compartilhado. Na tela disponível para cada participante são exibidas duas janelas: uma apresenta o calendário privado individual, e a outra mostra um resumo das agendas dos demais participantes (o conteúdo não é detalhado, sendo mostrados apenas blocos marcados como ocupados ou disponíveis). Na janela com a

visão geral dos calendários dos participantes são mostradas as propostas de datas apresentadas, podendo, sob a direção do participante definido como coordenador da reunião, ser efetuada votação sobre qual delas deve ser adotada, e havendo anotação automática da alternativa vencedora nas agendas individuais.

2.1.5. Agentes Inteligentes

Ellis (Ellis, Gibbs & Rein 91) emprega o termo agente inteligente para designar o participante não-humano de um processo cooperativo. Como exemplo cita os jogos eletrônicos voltados para diversos participantes em que um participante não-humano toma parte sempre que o número de pessoas envolvidas for inferior ao número mínimo de jogadores considerado interessante.

Em um sistema de mensagens eletrônicas, a mesma classificação pode ser aplicada aos agentes criados pelos usuários para secretariá-los no trabalho de filtrar a correspondência recebida e de responder mensagens.

2.1.6. Sistemas de Suporte à Coordenação

Sistemas de suporte à coordenação são necessários 'para a integração e ajuste harmonioso dos esforços individuais' (Ellis, Gibbs & Rein 91). Eles ajudam os participantes de um processo cooperativo através da informação do estado de suas ações e pela geração automática de lembretes e alertas. Para a construção de sistemas de suporte à coordenação são utilizados modelos das atividades organizacionais. Ellis apresenta quatro tipos básicos, denominados de modelo orientado a formulários, modelo orientado a processos, modelo orientado à comunicação e modelo orientado à conversação.

Sistemas que seguem o modelo orientado a formulários baseiam-se no esquema de encaminhamento de documentos definido pelos processos organizacionais, e a comunicação entre um e outro processo se dá em termos de formulários (documentos), implicando a necessidade de procedimentos e formulários previamente definidos. Essa predefinição dificulta a adaptação do sistema a novas situações.

No caso de sistemas baseados em um modelo orientado a processos, os procedimentos organizacionais são vistos como processos programáveis. Esta abordagem foi inicialmente aplicada à coordenação no domínio do processo de software e traz implícita a visão de que o processo de descrição de software pode igualmente ser pensado e visto como software.

A estrutura da comunicação do ambiente organizacional também é utilizada na definição de uma classe de modelos. Aqui o processo de cooperação entre as pessoas é definido em termos dos diferentes papéis necessários para a realização das atividades da empresa.

Modelos derivados da observação de que as pessoas coordenam suas atividades através de conversas são classificados por Ellis como modelos orientados à conversação. A fundamentação teórica empregada é derivada da Teoria de Atos de Fala (Winograd 88) e é abordada de forma mais detalhada na seção 5.

2.1.7. Ambientes para o Desenvolvimento de Sistemas Cooperativos

Um tipo de sistema que reúne características de meta-sistema - sistema para criação de sistemas - é o Object Lens (OL) (Lai, Malone & Yu 88). Este sistema provê um conjunto de facilidades para que os próprios usuários criem suas aplicações de suporte ao trabalho cooperativo. O OL provê facilidades para compartilhamento de informação e coordenação, sendo considerado como uma evolução de um sistema anterior, o Information Lens. A elevação da qualidade da interface do usuário está presente no OL, através da criação de uma interface com o usuário que integra hipertexto, bancos de dados orientados a objetos, sistemas de mensagens eletrônicas e agentes inteligentes baseados em regras.

O OL pode ser utilizado para o desenvolvimento de aplicações como suporte para agendamento de reuniões, gerenciamento de projetos, compartilhamento de informação e conferência por computador. O sistema provê mecanismos para que o projetista da aplicação explicita o conhecimento específico necessário sobre pessoas, tarefas, reuniões e produtos a serem oferecidos, em lugar de incorporá-lo aos processos (como acontece em aplicações tradicionais).

O OL foi projetado a partir do entendimento de que há necessidade de se trabalhar com três maneiras básicas de representar e expor conhecimento aos usuários. A primeira delas seria caracterizada pela informação passiva, representada como objetos estruturados, com interface baseada em formulários. A segunda maneira básica de representar e expor conhecimento aos usuários seria pela informação agregada a partir de coleções de objetos, sumarizada em folders adaptáveis às necessidades dos usuários. Uma última maneira seria através de regras ativas para processamento de informação, materializadas pela criação de agentes semi-autônomos.

3. Alternativas para a Comunicação Homem-Máquina

A comunicação entre o usuário e o sistema de computador que o auxilia em suas tarefas é um dos aspectos de TCAC que tem sido objeto de pesquisa. Os SIES, por reunirem um conjunto de ferramentas de aumento de produtividade aplicáveis a diversas tarefas, possuem como requisito a redução da complexidade da interface do usuário (Tsichritzis 85, Ellis & Naffah 87). Essa redução pode ser feita com a integração dos componentes e com a utilização de linguagens que se aproximem das usualmente empregadas pelas pessoas, reduzindo as exigências de treinamento específico para que a comunicação entre homem e máquina possa ocorrer.

A interface pode ser vista como uma superfície através da qual dados são passados e recebidos, pelo computador e pelo usuário (Bennet 86). Os dados que são passados e recebidos formam sequências de mensagens que compõem o diálogo entre o homem e a máquina. (Edwards & Mason 88) define diálogo como uma interação limitada no tempo entre duas ou mais entidades relativamente autônomas, através de uma sequência de mensagens trocadas. A redução da distância entre as linguagens que as pessoas empregam normalmente e aquelas que são necessárias a comunicação com os SIEs permite que os usuários se liberem da tarefa de aprender novas e complexas linguagens e se concentrem na tarefa específica. A utilização de linguagem natural e de técnicas e princípios da área de Inteligência Artificial são linhas de pesquisa que têm-se revelado promissoras e são abordadas a seguir.

3.1. Uso de Linguagem Natural no Diálogo Usuário-Computador

A busca de interfaces mais adequadas a diálogos mais sofisticados tem sido motivada por diversos fatores. A rápida difusão do uso de computadores pessoais trouxe a necessidade de facilitar o uso por pessoas sem conhecimento específico de informática e evidenciou estereótipos que fazem com que o aprendizado do uso de sistemas de computador seja considerado difícil. Uma consequência é a estagnação do nível de domínio dos sistemas pelos usuários em patamares considerados medíocres (Bennet 86, Dertouzos 90).

Na busca de alternativas para se melhorar o nível do diálogo homem-máquina, a utilização de linguagem natural tem sido considerada como solução possível. O processamento de linguagem natural permite interfaces que podem ter características diferenciadas, agrupadas em tipos (Hirschman 89), conforme apresentado a seguir.

Um primeiro tipo de interface é o voltado para o acesso à informação, possibilitando ao usuário pesquisas em bancos de dados formuladas através de frases simples que são transformadas em comandos da linguagem de consulta (query language) do sistema de gerência de banco de dados (SGBD) utilizado.

O segundo tipo de interface é o voltado para a captura de informação. Nesse tipo são possíveis interações mais elaboradas, envolvendo um ou mais parágrafos de texto, que são processadas e, dentro dos limites do domínio da aplicação, levam à geração de consultas ao banco de dados.

Um terceiro tipo refere-se às interfaces cooperativas. Essas interfaces apresentam como características a capacidade de manipular sequências de solicitações do usuário que pertencem ao mesmo universo de discurso, a capacidade de fornecer explicações para as respostas fornecidas, a capacidade de acompanhar a evolução do usuário na medida em que ele adquire experiência no uso da interface e o fornecimento de ajuda para que uma especificação de consulta possa ter sequência.

A utilização efetiva de linguagem natural em interfaces de usuário é um problema em aberto. Por outro lado, a criação de interfaces para aplicações específicas não implica necessariamente uma interface com capacidade total de processamento de linguagem natural. Conforme observado por (Jones & Shave 87), a própria conceitualização que o usuário possui da aplicação implica um domínio do modelo efetivo que pode ser coberto por uma interface utilizando vocabulário reduzido.

Interfaces que possam levar a um diálogo mais satisfatório do ponto de vista do participante humano, no entanto, não se restringem necessariamente ao uso de linguagem natural, envolvendo outros aspectos, que veremos a seguir.

3.2. Interfaces Inteligentes

Interfaces que conjuguem conhecimento do domínio da aplicação, conhecimento dos modelos dos usuários e suas formas de comunicação e a capacidade de tomar iniciativas no processo do diálogo, cooperando com o usuário para a realização do objetivo comum, são interfaces conceituadas como providas de inteligência (Melo & Braz 88, Zwicker & Reinhard 90).

A comunidade de Inteligência Artificial tem buscado o desenvolvimento de sistemas capazes de apresentar comportamento definido como inteligente. A ênfase, no entanto, tem sido na criação de sistemas especialistas, notadamente nas potencialidades de inferência complexa e resolução de problemas, em detrimento do que pode ser considerado inteligente em um diálogo travado entre um sistema e o participante humano. Os trabalhos que têm sido desenvolvidos apresentam tendência de associar à inteligência na interface a capacidade de entendimento e processamento da linguagem natural. O diálogo entre os participantes, no entanto, envolve aspectos que podem ser expressos e percebidos em diferentes formas, sendo a linguagem natural apenas uma delas (Edwards & Mason 88).

As características apresentadas por uma interface considerada como inteligente variam (Rissland 84, Edwards & Mason 88, Melo & Braz 88, Zwicker & Reinhard 90,); de modo geral, essas características podem ser agrupadas em classes (Edwards & Mason 88), conforme abordado em detalhes nos itens seguintes.

3.2.1. Controle

Em um diálogo cooperativo os participantes estão orientados para a realização de uma meta comum (Grice 75, Edwards & Mason 88). A estrutura de controle pode variar desde uma estrutura rígida, onde o controle flui de um participante para outro acompanhando a alternância na sequência de mensagens, até uma estrutura mais flexível, onde cada um dos participantes pode tomar a iniciativa de emitir uma mensagem a qualquer tempo, sem relação direta com o conteúdo ou tópico da última mensagem recebida (Edwards & Mason 88).

Um requisito necessário em um sistema de diálogo inteligente é o conhecimento de como efetuar a troca de mensagens que constitui o diálogo. Isso significa que o software deve saber

quando intervir, adaptar, prover ajuda ou feed-back, tornando-se um participante mais cooperativo (Rissland 84).

A participação cooperativa em um diálogo pressupõe, segundo Grice (75), a observância de alguns requisitos:

- a) a participação deve ser traduzida na quantidade exata de informação requerida, sem excessos ou insuficiências;
- b) a participação deve apoiar-se apenas naquilo que se acredita verdadeiro ou para o qual se possui as evidências adequadas;
- c) a participação deve ser concisa;
- d) a participação deve ser clara, objetiva, de pouca duração e organizada.

A iniciativa das ações depende dos participantes e do contexto em que acontece o diálogo. Nas situações em que o usuário humano possui pouco conhecimento do sistema é desejável que o software assuma a maior parte das iniciativas, ensinando-o e guiando-o para a realização da sua meta.

No outro extremo - nas situações em que o usuário é um especialista no uso do sistema - é desejável que a iniciativa de quase todas as ações fique com aquele participante, cabendo ao software o papel de reagir de forma adequada às mensagens recebidas e assumindo a iniciativa apenas nas situações em que verificasse erros ou identificasse caminhos alternativos mais curtos para a meta explicitada pelo usuário ou inferida pelo sistema.

São modelos quanto à iniciativa das ações os sistemas comuns de edição de texto - onde a quase totalidade da iniciativa das ações pertence ao usuário - de entrada de dados - onde o usuário se restringe a fornecer os dados na sequência em que lhe são solicitados.

3.2.2. Modelos

Modelos são abstrações estruturadas de características das entidades consideradas relevantes no processo de interação e são utilizados no processo de raciocínio a seu respeito. Criar o modelo de um usuário implica o conhecimento de seu grau de domínio do sistema, seu estilo de interação, seus compromissos, desejos, metas, crenças e intenções. Um modelo do mundo, isto é, do contexto em que se insere o próprio diálogo e sua meta, é também considerado útil ao processo de raciocínio utilizado em um diálogo inteligente. O conhecimento da tarefa ou do tópico para o qual um diálogo é projetado para dar suporte é útil para a definição do seu foco, constituindo outro modelo básico para o processo de raciocínio. Por último, considera-se necessário que o próprio componente computacional responsável pela interface do usuário tenha 'auto-consciência', isto é, tenha um modelo dos seus modelos.

3.2.3. Conectividade

A conectividade está associada ao nexos entre as mensagens componentes de um diálogo, permitindo sua compreensão como um todo. Nos sistemas especialistas a conectividade tende a ser estabelecida a níveis globais em torno das metas às quais são orientados os diálogos. No caso de processamento de linguagem natural pelos sistemas de diálogos, surge uma outra dimensão da conectividade: a relação que as palavras têm entre si no contexto de uma frase. Essa dimensão como objeto de pesquisa de linguistas, é considerada mais pertinentemente tratada como associada à forma e não à conectividade.

3.2.4. Modalidade

A modalidade refere-se aos tipos de canais utilizados no processo de interação. A avaliação desses canais não é feita em função do meio físico empregado, mas dos modos de estimulação empregados e utilizados simultaneamente.

Um exemplo seria o uso simultâneo na transmissão de uma mensagem do sistema para o participante humano, de uma imagem exibida em um vídeo (modo visual) e da fala associada a um texto (modo auditivo). Embora não se apresentem, em um primeiro exame, muitos obstáculos ao uso dos modos descritos, a dimensão do problema muda quando se considera o sentido inverso, isto é, a percepção pelo sistema de estímulos simultâneos - visual e auditivo, por exemplo - compondo uma mensagem passada pelo participante humano do diálogo. O avanço tecnológico recente colocou disponíveis recursos para serem criados documentos multimídia, isto é, documentos que integram componentes como dados, texto, imagem e sons.

3.2.5. Forma

A forma é um conceito complexo que parece estar intimamente associado à conectividade e à modalidade. Ela trata dos componentes simbólicos de uma mensagem - que variam desde palavras - em linguagem natural - até sons - em reconhecimento da fala - e do seu relacionamento. Para facilitar a associação entre modalidades e formas, Edwards sugere que sejam utilizados como referência a forma gráfica, a forma acústica e a forma de objeto e movimento.

Como forma gráfica, considera-se toda forma que pode ser expressa em duas dimensões do espaço, como palavras, fórmulas e os comandos de uma linguagem, por exemplo. A forma acústica compreende toda forma expressa em termos das dimensões da energia acústica (espectro de frequência) e tempo.

A forma de objeto e movimento refere-se a toda forma expressa em três dimensões do espaço, como objetos, imagens, palavras e fórmulas. A diferenciação da forma e da conectividade pode ser melhor efetuada pela oposição dos domínios. Enquanto a conectividade está voltada para relacionamentos entre mensagens, a forma é associada à relação entre os componentes internos de cada mensagem.

3.2.6. Representação do Conhecimento e Inferência

A representação do conhecimento e inferência está diretamente relacionada com os tipos de conhecimento que um sistema pode representar - e com os procedimentos para que os mesmos sejam atualizados - e as inferências que se pode fazer a partir desse conhecimento. O conhecimento de um sistema de diálogo inteligente deve conter objetos e eventos acerca dos quais têm conhecimento, fatos e crenças acerca do mundo e entidades no mundo, metas que deseja alcançar e metas que acredita que os participantes desejam alcançar, procedimentos para manipulação do conhecimento e regras para condição do diálogo (Edwards & Mason 88). Um sistema, identificando o plano e a meta do usuário, pode ajudá-lo na superação de obstáculos não só pelo fornecimento das respostas solicitadas, mas também assumindo a iniciativa de fornecer respostas que ajudem-no a caminhar na direção que acredita ser a correta.

3.2.7. Aquisição do Conhecimento

A aquisição do conhecimento diz respeito ao modo pelo qual o participante de um diálogo modifica seu conhecimento a respeito do assunto objeto da interação, seja como resultante do próprio processo de diálogo ou seja de modo totalmente independente do mesmo. No caso de componentes de sistemas de computador responsáveis pela interface do usuário, uma das maneiras pelas quais se processa a aquisição do conhecimento é denominada de evolução, onde o sistema modifica seu conhecimento através das modificações feitas diretamente nos seus dados ou no seu código de procedimentos pelos projetistas do sistema, correspondendo a uma adaptação ao ambiente e não como consequência normal da operação do sistema (Edwards & Mason 88).

Um outro tipo é denominado de atualização. Neste caso Edwards classifica a aquisição de conhecimento decorrente do funcionamento normal do sistema, tendo como causa direta as mensagens emitidas pelo usuário ou por outra fonte externa durante o diálogo.

Um último tipo de aquisição do conhecimento é classificado como decorrente do aprendizado. Edwards refere-se à codificação iniciada pelo próprio sistema envolvendo a aquisição de novos fatos, perfis e estratégias de solução de problemas, através de processos de indução e dedução.

3.2.8. Fontes de Informação e Referências

Fontes de informação e referências externas aos participantes podem tornar-se disponíveis, durante o processo do diálogo, a um ou vários participantes. Essas informações podem ser referenciadas no diálogo - como o conhecimento do esquema de um banco de dados ou de instâncias do banco de dados - e podem sofrer alterações independentemente dos próprios participantes. A presença de fontes de informação compartilhadas em um diálogo pode torná-lo complexo, uma vez que possibilita, por exemplo, que eventos que aconteçam durante o diálogo possam afetar seu controle e conectividade.

4. Representação da Dinâmica do Processo de Cooperação

Modelos são abstrações limitadas da realidade (Ellis & Naffah 87)]. Através da limitação se restringe o foco da atenção ao subconjunto da realidade considerado de interesse para uma finalidade específica. A representação sob a forma de modelos das atividades de escritório é útil para a compreensão das suas características, servindo de base para a especificação e a construção de sistemas que lhe dêem suporte. Os modelos podem ser formais ou informais, dependendo também da finalidade a que se destinam. Modelos informais, por exemplo, são úteis na representação de aspectos sociais e comportamentais, enquanto modelos formais que tendem a ser matemáticos e explícitos são mais adequados para os trabalhos relacionados com a análise e o projeto de sistemas (Ellis & Naffah 87).

Os ambientes de escritório possuem características de sistemas abertos (HEWI86) que exigem o emprego de modelos que possam representar atividades assíncronas ou não, concorrentes ou não, e com descentralização de controle. A representação da dinâmica das atividades típicas de escritório vem sendo feita através do uso de técnicas de modelagem diversas. Re des de estados e transições - onde os nós representam estados da conversação e os arcos representam atos manifestados na linguagem - tem sido utilizadas na representação das interações entre as pessoas envolvidas em processos cooperativos (Winograd 88).

Em (DeCindio, DeMichelis & Simone 87) é feita referência ao trabalho de representação de atividades típicas de escritório desenvolvido por Holt, com o uso de redes de Petri dos tipos Corpo-Operação e Canal-Agência. Também é apresentada uma proposta de representação das interações entre as pessoas em um ambiente de escritório através do uso de Redes de Petri elementares.

Neste trabalho empregamos Redes de Petri na representação da dinâmica das atividades desenvolvidas no ambiente de escritório. O tipo de Rede de Petri empregado é o denominado por Heuser (90) de Redes Compactas, que é apresentado a seguir.

4.1. Redes de Petri Elementares

Redes de Petri, quando usadas em modelagem de sistemas, mostram-se particularmente eficazes nas situações em que a realidade modelada apresenta alto grau de distribuição e concorrência. Seu campo de aplicação vem crescendo continuamente, atingindo desde áreas como a modelagem de componentes de software e hardware, sistemas distribuídos, linguagens de programação, controle de processos e protocolos de comunicação até a modelagem de sistemas sócio-técnicos em geral. Foi o surgimento das redes de alto nível no

início da década de 80 que tornou possível sua utilização em áreas como sistemas de informação, bancos de dados, automação de escritórios, interação homem-máquina e inteligência artificial (Richter & Voss 85, Oberquelle 86, Reisig 86 & Voss 86).

As Redes de Petri podem ser aplicadas de acordo com duas abordagens diferentes, denominadas de abordagem F e abordagem C/E (Heuser 90). Segundo a abordagem F, o comportamento de um sistema pode ser explicado em termos de processos e cada processo pode ser decomposto em fenômenos de dois tipos básicos, denominados de estado e transição. Nessa abordagem, considera-se uma sucessão cronológica de ocorrências de fenômenos do tipo transição (finalizam e iniciam a existência de fenômenos do tipo estado), o que leva à produção de redes acíclicas de grandes dimensões, podendo mesmo resultar em modelos de dimensões infinitas.

A abordagem C/E (Condição/Evento) é baseada em um procedimento de abstração que consiste na classificação dos fenômenos individuais em classes de fenômenos. Os fenômenos do tipo estado são agrupados em classes que recebem o nome de condição e os fenômenos do tipo transição em classes que recebem o nome de evento. Com a abordagem C/E são produzidos modelos de dimensões finitas, aplicáveis às diversas áreas.

Os conceitos básicos de Redes de Petri são apresentados a seguir.

4.1.1. Elementos de uma Rede de Petri

Redes de Petri Elementares são representadas graficamente por malhas compostas por elementos pertencentes a dois tipos:

- * lugar, representado por um círculo e definindo uma marca que pode assumir dois estados: presente ou ausente;
- * conexão entre lugares, representado por um retângulo ligado por ramos aos círculos que simbolizam os lugares envolvidos na conexão. Uma conexão define uma alteração que, se habilitada, pode ocorrer; quando ocorre, em geral modifica o estado das marcas definidas pelos lugares envolvidos.

Um lugar pode participar de uma conexão de quatro maneiras diferentes, cada uma correspondendo a um ramo possuindo um tipo específico de rótulo:

- * ramo alterador de entrada, representado por uma seta simples apontando para o retângulo; neste caso, o ramo indica que, ocorrendo a alteração definida pela conexão, haverá o desaparecimento (consumo) da marca existente no lugar conectado;
- * ramo alterador de saída, representado por uma seta simples, com origem no retângulo; o ramo indica que, quando ocorre a alteração definida pela conexão, haverá a geração (surgimento) de uma marca no lugar por ele apontado;
- * ramo restaurador de entrada, representado por uma seta dupla apontando para o retângulo; o ramo indica, neste caso, que a existência da marca no local de entrada é considerada apenas para efeito de habilitação da alteração, não havendo desaparecimento da marca após a ocorrência da alteração;
- * ramo restaurador de saída, representado por uma seta dupla com origem no retângulo; neste caso, o ramo indica que a alteração definida pela conexão só estará habilitada se não houver marca presente no lugar por ele apontado e que sua ocorrência não muda o estado da marca definida por esse lugar, isto é, a marca permanece ausente.

4.1.2. Funcionamento Básico de uma Rede de Petri Elementar

Um lugar de uma Rede de Petri Elementar é visto como um depósito de conteúdo variável, resumido graficamente pela presença ou ausência de uma ficha no lugar. A

presença ou não da ficha no lugar é referida como marca presente ou marca ausente. A fig. 4.1, extraída de (Heuser 90), apresenta uma Rede de Petri Elementar com a indicação da marcação de um lugar (semáforo aberto).

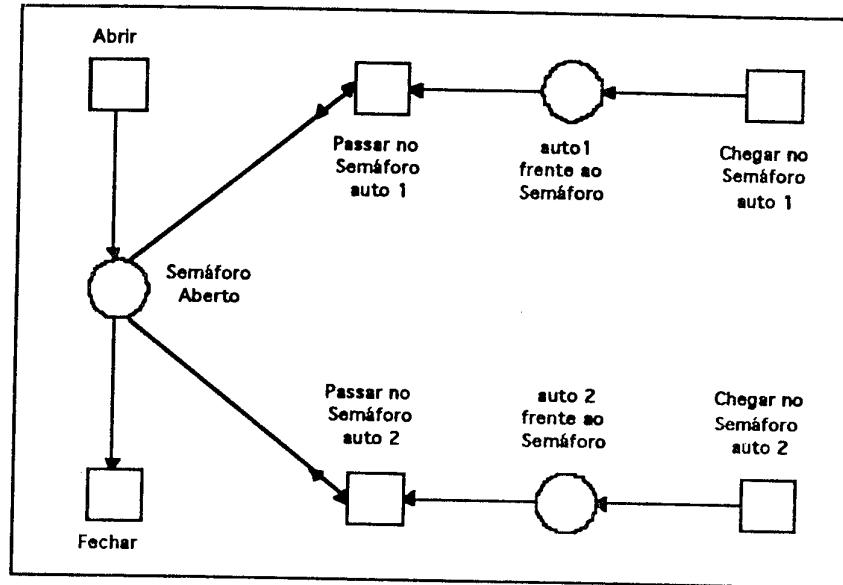


Figura 4.1 Rede de Petri Elementar - Semáforo aberto

Uma conexão de uma Rede de Petri Elementar define uma alteração que, quando ocorre, afeta as marcas dos lugares a que se liga diretamente através de ramos alteradores. O efeito sobre os lugares pode ser resumido pelo desaparecimento das marcas dos lugares de entrada e o coincidente aparecimento das marcas nos lugares de saída.

Uma alteração pode ocorrer somente quando está habilitada. A habilitação exige o atendimento dos seguintes requisitos:

- * as marcas de todos os lugares de entrada da conexão, caso os tenha, devem estar presentes;
- * as marcas de todos os lugares de saída da conexão, caso os tenha, devem estar ausentes.

O ponto de partida do funcionamento da Rede é o estado global definido pela marcação inicial dos seus lugares. Uma alteração habilitada pode ocorrer a qualquer tempo, isto é, o fato de todas as exigências estarem satisfeitas não possibilita a determinação do momento da sua ocorrência, nem se a mesma irá efetivamente ocorrer.

4.1.3. Modelagem de Alterações Concorrentes e de Alterações Conflitantes

A concorrência (independência) entre as alterações é refletida por alterações que não possuem marcas de entrada ou de saída comuns. Dessa forma, caso estejam habilitadas, a ocorrência em paralelo das alterações pode se verificar. A figura 4.2(a) mostra um exemplo de duas alterações concorrentes (independentes).

Uma situação de conflito, por outro lado, é refletida por alterações habilitadas com lugares de entrada ou de saída comuns. Sempre que uma situação dessas se verificar, a Rede estará indicando que apenas uma das alterações poderá ocorrer, embora não se possa dizer qual, nem prever-se quando (v. fig. 4.2.(b)).

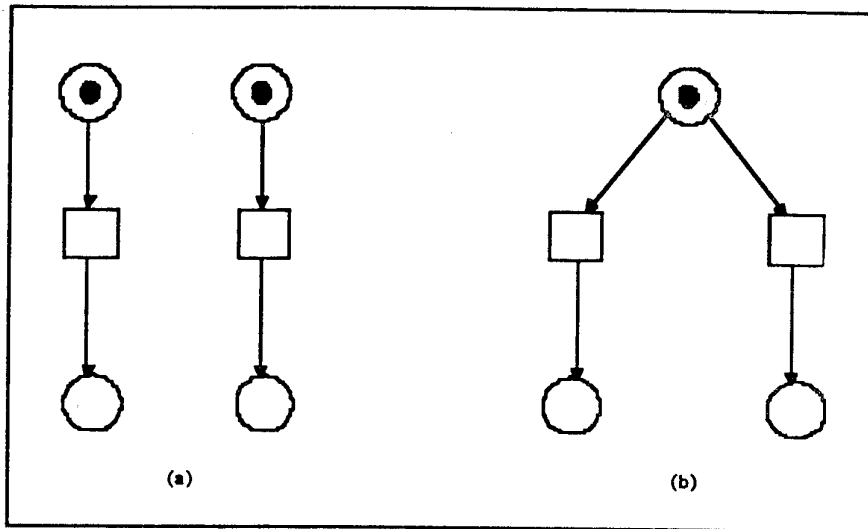


Figura 4.2 Alterações Concorrentes e Conflitantes

4.1.4. Semântica Associada a uma Rede de Petri Elementar

Uma Rede de Petri Elementar por si só não possui significado algum; para fins de modelagem de sistemas, uma interpretação deve ser associada a ela, visando atribuir significado a cada elemento no tipo de aplicação considerado.

A interpretação dada à presença ou ausência de uma marca em um lugar é o vigorar ou não de uma determinada condição; cada condição é vista como um estado local do sistema, independente dos demais estados locais considerados. Um estado (global) do sistema é definido pelo conjunto dos seus estados locais.

A interpretação que se dá, em termos de sistema, à ocorrência de uma alteração, é a ocorrência de um evento relevante para a modelagem do comportamento do sistema.

Considera-se, então, que a modelagem conceitual de sistemas de informação tem por objetivo representar, em nível elevado de abstração, propriedades estáticas e dinâmicas do sistema a ser modelado, através da definição de um conjunto de estados e um conjunto de transições entre esses estados. Um estado, a nível de sistema, é definido pelo vigorar - ou não - de cada membro do conjunto de condições do sistema e as transições entre os estados são definidas em termos de conjuntos de eventos; cada evento, modelado por alteração definida por uma conexão da rede, quando ocorre, modifica o (não) vigorar das condições modeladas por marcas definidas pelos lugares ligados, através de ramos, à conexão considerada. Resulta daí o nome de redes para Modelagem Condição/Evento (CEM - Condition /Event Modeling).

4.2. Redes de Petri de Alto Nível

Redes de Petri Elementares são utilizadas para representar dinâmica envolvendo instâncias de tipos de entidades. Quando é necessário tratar diversas instâncias, deve-se criar redes elementares cujo porte depende do número de instâncias envolvidas.

A dificuldade de modelar situações que envolvem um grande número de instâncias levou à criação de representações de mais alto nível de abstração, com poder de representação igual ao de redes elementares de porte muito maior.

A Rede de Petri utilizada no trabalho de Heuser é uma rede de alto nível, denominada Rede Compacta, considerada mais adequada à modelagem de sistemas de informação do que as redes elementares. Esse tipo de rede resultou da combinação de dois tipos de redes de alto nível (Rede Predicado/Transição e Redes Coloridas). A denominação 'Rede Compacta'

decorre do fato de serem produzidas, para um determinado sistema, redes de dimensões menores do que as da rede elementar equivalente.

A Rede Compacta proposta é um tipo particular de Rede de Petri, anotada com uma linguagem de lógica de predicados de primeira ordem e dotada de regras exatas de funcionamento.

A Rede Condição/Evento Compacta consta de :

- * definição de linguagem da lógica de predicados de primeira ordem, através da especificação de seus símbolos não lógicos;

- * Rede de Petri anotada com essa linguagem, da seguinte maneira:

- a cada conexão é associada uma fórmula da linguagem, denominada fórmula da conexão; a fórmula é anotada dentro ou próximo do retângulo associado à conexão. Quando a fórmula é sempre avaliada por VERDADEIRO, pode ser omitida;

- a cada ramo de conexão é associado um termo da linguagem, denominado termo do ramo; esse termo designa sempre um conjunto de elementos do Universo de Discurso (UD) pertencente à realidade modelada, subconjunto do domínio do lugar ao qual está ligado;

- a cada lugar são associados dois termos constantes da linguagem - termos sem variáveis livres - que designam conjuntos do UD. Um dos termos, escrito entre parênteses, define o domínio do lugar, e é anotado junto ao símbolo gráfico, após o nome do lugar; o outro termo designa a marcação inicial do lugar e aparece na representação gráfica dentro do símbolo correspondente. Quando o termo que designa a marcação inicial é o conjunto vazio, a anotação não é efetuada;

- * definição do UD, através de termos da linguagem de anotação que designam os elementos do Universo.

A figura 4.3 apresenta um exemplo de Rede Compacta.

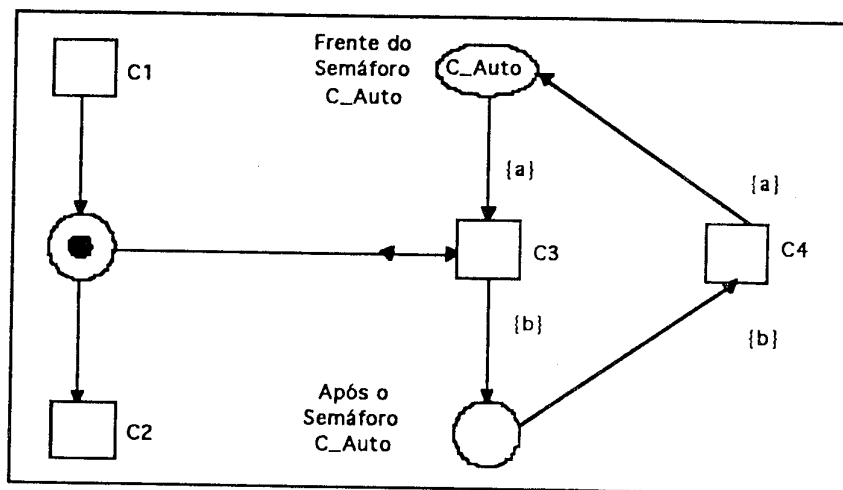


Figura 4.3 Rede Compacta

4.2.1. Significados Associados aos Lugares

O domínio de um lugar indica que elementos do UD podem estar presentes no lugar considerado. A presença de um elemento no lugar é referenciada através de uma marca definida pelo par (l, e) , onde l identifica o lugar e e designa um elemento pertencente ao domínio do lugar.

Dessa maneira, podem ser construídas frases como 'a marca (l, e) está presente (ausente)', significando que o elemento e está presente (ausente) no lugar l .

Quando o domínio de um lugar é omitido, significa que esse lugar define uma única marca (lugar elementar).

4.2.2. Significados Associados às Conexões

Os ramos das conexões são geralmente anotados com termos da linguagem de anotação, designando sempre conjuntos de entidades do UD, podendo haver casos em que o ramo é anotado com uma fórmula da linguagem de anotação. São casos excepcionais destinados a prover uma representação abreviada.

Uma conexão define uma alteração quando, para cada valoração de suas variáveis livres, são obedecidas as seguintes exigências:

- * o conjunto de entidades designado pelo termo de cada ramo, sob a valoração considerada, deve fazer parte do domínio do lugar ao qual está ligado;
- * a fórmula da conexão, quando presente, deve resultar, sob a valoração considerada, em verdadeira.

4.2.3. Regras de Funcionamento da Rede

A rede CEM é apresentada como um modelo para representar relações entre pré-requisitos e consequências; os eventos são modelados com explicitação dos pré-requisitos e das consequências. Toda a dinâmica do sistema (transições entre estados) é expressa através das alterações que modelam as ocorrências de eventos.

O efeito da ocorrência de uma alteração é o desaparecimento, nos lugares de entrada, das marcas indicadas pelos termos dos ramos alteradores de entrada da conexão e o aparecimento coincidente, nos lugares de saída, das marcas indicadas pelos termos dos ramos alteradores de saída da conexão.

As demais regras apresentadas para Redes de Petri Elementares - habilitação de uma alteração, ponto de partida do funcionamento da rede, sequência, concorrência e conflito de alterações e não determinação do momento da ocorrência de uma alteração - são válidas para as Redes Compactas.

4.3. A Linguagem de Anotação

Uma Rede Compacta resulta de um processo de agregação de uma Rede Elementar envolvendo diversas instâncias de entidades de um mesmo tipo; a compreensão do seu funcionamento requer definição precisa das conexões e dos lugares elementares representados por cada elemento da Rede Compacta. Essa definição é feita em uma linguagem formal denominada Linguagem de Anotação (LA) (Heuser 90), apresentada a seguir.

No caso de sistemas de informação, a LA é voltada para a descrição dos objetos abstraídos da realidade modelada, denominados elementos, e para a descrição de correspondências e propriedades envolvendo esses elementos. O conjunto de todos os elementos considerados no modelo compõe o UD desse modelo.

As descrições são compostas por expressões de dois tipos:
fórmulas, que designam os valores lógicos FALSO e VERDADEIRO
termos, que designam, cada um, uma entidade do UD.

A LA adotada pertence à classe definida por Heuser (90), baseada em lógica de primeira ordem e acrescida de símbolos não lógicos para tratamento de conjuntos; sua sintaxe é a seguinte:

```
<fórmula> ::= Verdadeiro | Falso | <simb. relação> (<termo>, ...)|  
(<termo> <simb. relação binária> <termo>)| (<fórmula>  
e <fórmula>)| (<fórmula> ou <fórmula>) | não  
<fórmula> | (<fórmula> impl <fórmula>)| paratodo
```

```

<var> (<fórmula>)|existe
<var>(<fórmula>)|(<fórmula>)
<simb.relação> ::= de acordo com o modelo)
<simb.relação binária> ::= Elem | Sub | = | (outros de acordo com
o modelo)
<termo> ::= <constante> |<var>|<simb.função> (<termo>,...)
|(<termo> <simb.função binária> <termo>) |{<termo>,
...} | {<var> | <fórmula>} |<termo>,...>|(<termo>)
<símb.função>::= <conj.potência> | (outros de acordo com o modelo)
<símb.função binária> ::= x | (outros de acordo com o modelo)
<conj.potência> ::= POTEN <termo>

```

<símb. predicado> ou <símb. predicado binário> é uma palavra, iniciada por letra maiúscula, contendo letras minúsculas e podendo usar _ (símbolo para sublinhado); pode, no caso do símbolo de predicado binário, ser um símbolo especial, como <, >, = e <-->.

<símb. função> ou <símb. função binária> é uma palavra composta por letras maiúsculas e podendo usar _ (símbolo para sublinhado); pode, no caso do símbolo de função binária, ser um símbolo especial como +, -, * e x.

<var> é uma palavra, composta apenas por letras minúsculas;

<constante> é uma cadeia de caracteres entre apóstrofes ou um valor numérico; no caso de constantes que designam conjuntos de elementos do UD, seus nomes são iniciados por C_.

POTEN é o símbolo de função que associa a cada conjunto o seu conjunto potência. O conjunto potência é definido por:

```
POTEN (conj) ::= {subconj | subconj Sub conj }
```

x é o símbolo de função binária denotativo do Produto Cartesiano. Se C_Auto, por exemplo, designa o conjunto de todos os automóveis e C_Cor designa o conjunto de todas as cores, então o termo (C_Auto x C_Cor) designa o conjunto de todos os pares que se pode formar com um automóvel e uma cor.

Para cada aplicação, a LA empregada deve se estendida com os símbolos de predicado e os símbolos de função específicos para a realidade modelada; a extensão é feita pela definição dos símbolos e dos números de argumentos respectivos (aridade).

5. Representação da Dinâmica das Atividades com o uso de Redes de Petri Compactas

O trabalho de escritório pode ser realizado por vários indivíduos executando tarefas assíncronas em paralelo e relacionadas por restrições temporais e tarefas síncronas. Há necessidade de coordenação dos esforços individuais, para que a meta-comum seja atingida. A coordenação é um mecanismo necessário no ambiente de escritório, servindo para informar as pessoas quanto às tarefas requeridas e lembrá-las dos seus compromissos.

Nesta seção abordamos a coordenação sob a perspectiva apresentada por (Winograd 88) - que consiste na observação de que as pessoas coordenam suas atividades através de suas conversas - e mostramos como pode ser representada com o uso de Redes de Petri Compactas Anotadas.

5.1 - A Perspectiva da Linguagem e da Ação

O trabalho de Winograd se baseia na teoria dos atos de fala e enfatiza o aspecto pragmático da conversação, isto é, o que as pessoas estão efetivamente fazendo no processo de interação. O relacionamento entre pessoas envolvidas em uma atividade caracteristicamente cooperativa se faz através da linguagem, escrita ou falada através da

linguagem que as pessoas expressam suas solicitações de ajuda, manifestam comprometimento, fazem ofertas, afirmações e declarações ou apresentam contra-propostas a ofertas recebidas (Winograd 88).

A conversação é vista a partir da solicitação de ajuda ou pela oferta de ajuda de alguém a outra pessoa. A partir daí, as possíveis mensagens seguem um padrão cujo aspecto pragmático está representado graficamente na figura 5.1. A rede apresentada é uma rede de estados e transições, onde os círculos representam o estado de uma conversação e os arcos representam os atos de linguagem que os participantes (denominados de A e B, no caso) podem adotar. Cada ato tem um nome - como prometer, conta-propor e cancelar - e leva a um estado de conversação que define, por sua vez, os possíveis rumos da conversação.

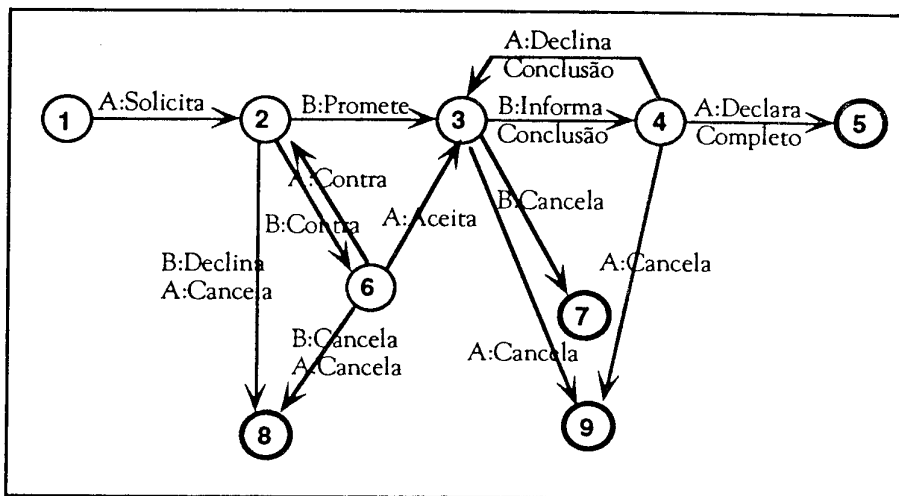


Figura 5.1 Diagrama de Conversação para Ação

5.2 - A Representação de Atos de Linguagem com Redes de Petri

Os aspectos pragmáticos de uma conversação - de acordo com a perspectiva da Linguagem e da Ação empregada por Winograd - podem ser representados por uma Rede de Petri Compacta Anotada. O funcionamento da Rede, em lugar de se dar pelo aparecimento ou desaparecimento de fichas, se dá através do aparecimento e desaparecimento de mensagens de lugares da Rede Compacta, como apresentado a seguir.

A mensagem é o elemento básico da conversação. Em nosso trabalho, definimos uma mensagem da seguinte forma:

```
mensagem ::= <id_mensagem><emissor><destinatário><referência><texto>
           <ato_pragmático>
```

Uma mensagem é alguma coisa que possui uma identificação (id_mensagem) e é manifestada por uma pessoa (emissor) e dirigida a outra pessoa (destinatário). O texto de uma mensagem insere-se em um contexto, que fornece aos indivíduos uma referência para determinação da sua semântica. Cada mensagem está associada a um tipo de ação, isto é, a um ato_pragmático. A sintaxe para ato_pragmático é:

```
<ato_pragmático> ::= "Solicitação" | "Promessa" | "Proposta" | "Relato de
                    conclusão" | "Aceitação de conclusão" | "Rejeição de
                    conclusão" | "Contraproposta" | "Rejeição" |
                    "Aceitação" | "Cancelamento"
```

A figura 5.2 apresenta uma Rede de Petri do tipo Canal/Atividade, identificando as atividades que resultam em atos pragmáticos e os canais de comunicação entre essas atividades. Redes do tipo Canal/Atividade são utilizadas na produção de modelos informais de sistemas (Heuser 90), ou seja, um modelo sem regras exatas de funcionamento mas que é bastante adequado para se registrar e transmitir a descrição de um sistema. O significado

de um modelo construído com o emprego de Redes Canal/Atividade é imediato, dispensando a descrição detalhada dos elementos constitutivos.

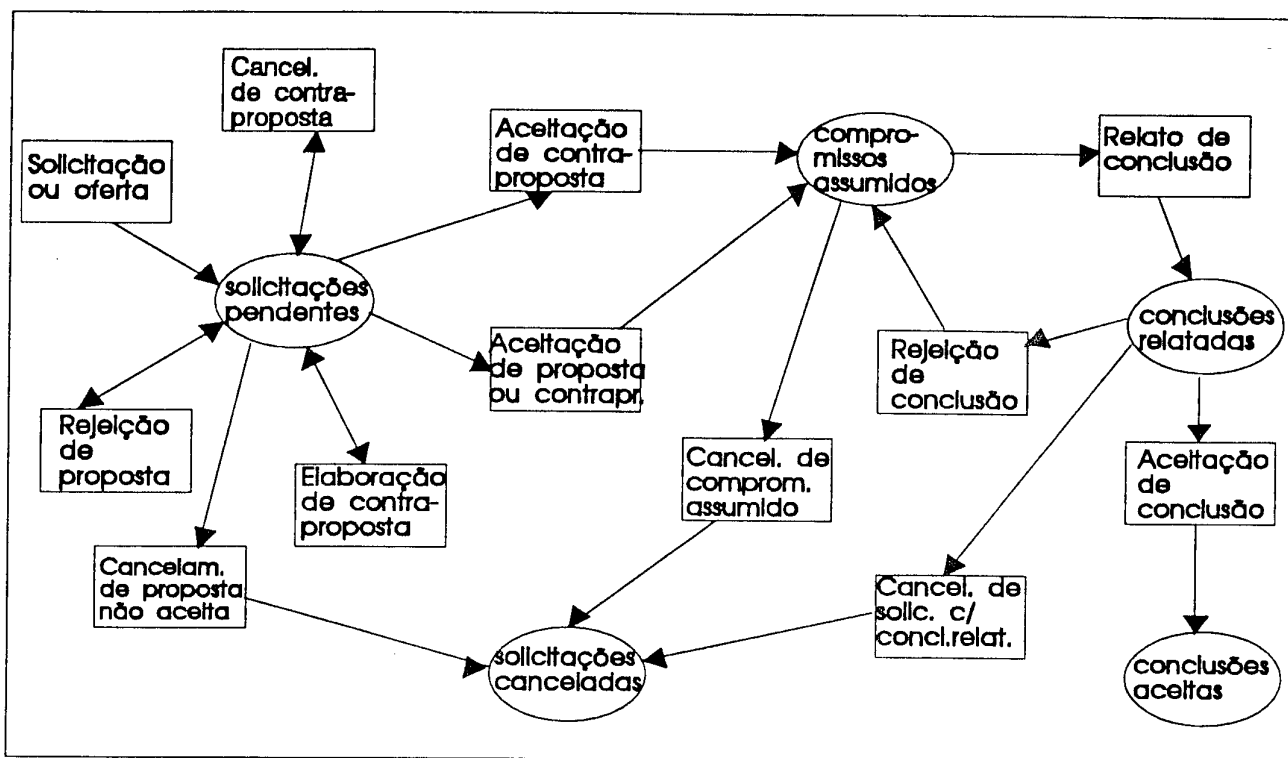


Figura 5.2

Rede Canal/Atividade representativa do esquema de conversação apresentado na fig 5.1

As atividades da Rede da figura 5.2 são detalhadas através de Redes Compactas nas figuras que se seguem (figuras 5.3 a 5.14). Cada um dos lugares das Redes Compactas pode ser visto como um depósito de componentes de mensagens, cujo conteúdo varia durante o funcionamento das Redes. Cada lugar contém, em cada estado do sistema (em cada marcação) um conjunto de mensagens (ou de componentes de mensagens) diferentes umas das outras que pode, eventualmente, ser vazio.

Uma alteração corresponde à emissão de uma mensagem que representa um ato pragmático. O ato pode ocorrer sempre que as condições estabelecidas como pré-requisitos se verificarem:

- as mensagens de entrada estiverem presentes na marcação;
- as mensagens de saída estiverem ausentes na marcação;
- a condição inscrita no símbolo denotativo de ação for avaliada como verdadeiro.

Para aplicação da abordagem de Redes de Petri Compactas Anotadas é necessário definir-se a LA empregada, a partir da classe proposta em (Heuser 90) e abordada na seção 4, conforme apresentado informalmente a seguir.

C_Msg é o conjunto de todas as imagináveis mensagens que podem ser emitidas pelos participantes do processo de cooperação.

C_Id é o conjunto de todos os possíveis identificadores atribuíveis a uma mensagem.

C_Em é o conjunto de todas as possíveis identidades atribuíveis ao emissor de uma mensagem.

C_Dest é o conjunto de todas as possíveis identidades atribuíveis ao destinatário de uma mensagem.

C_Ref é o conjunto de todas as possíveis referências atribuíveis a uma mensagem.

C_Tex é o conjunto de todos os possíveis textos atribuíveis a uma mensagem.

C_Ato é o conjunto de todos os possíveis atos pragmáticos atribuíveis a uma mensagem.

O termo agente é um termo extra-lógico, empregado como denotativo da identidade de um participante específico do processo de interação representado. No modelo desenvolvido e apresentado nas figuras 5.2 a 5.14, a ocorrência de uma alteração (representando um ato pragmático) está associada à ação de um agente participante do processo.

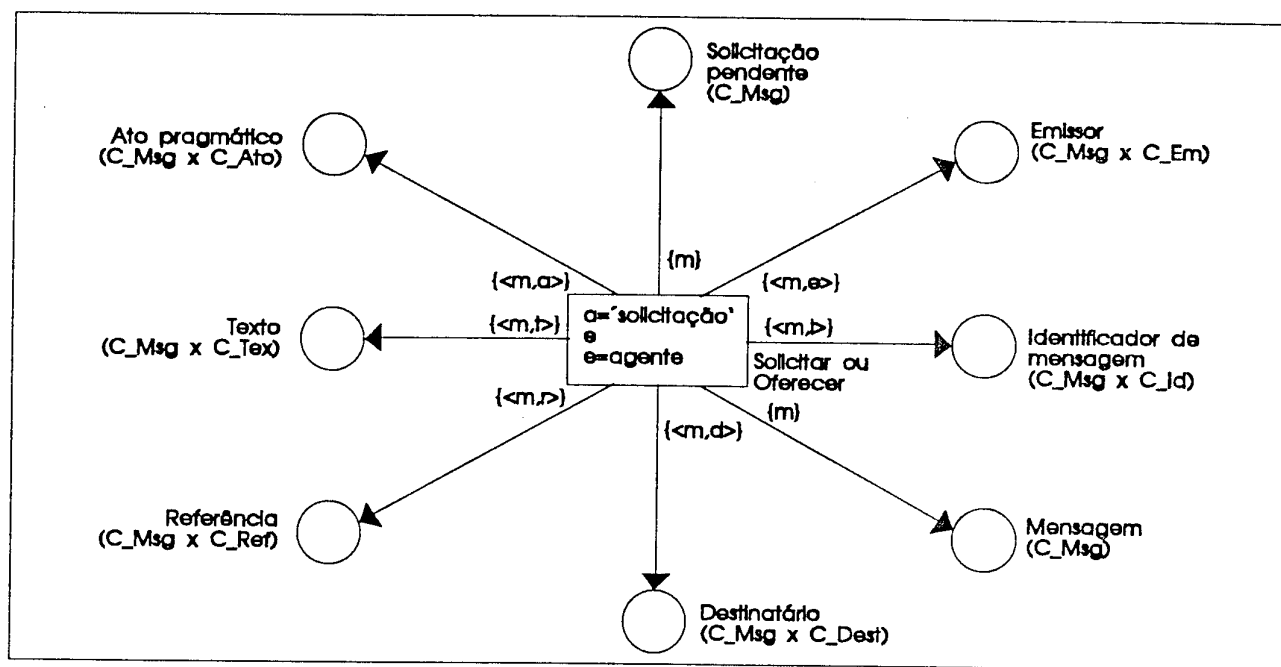


Figura 5.3 Rede de Petri Compacta Representação da solicitação ou oferta

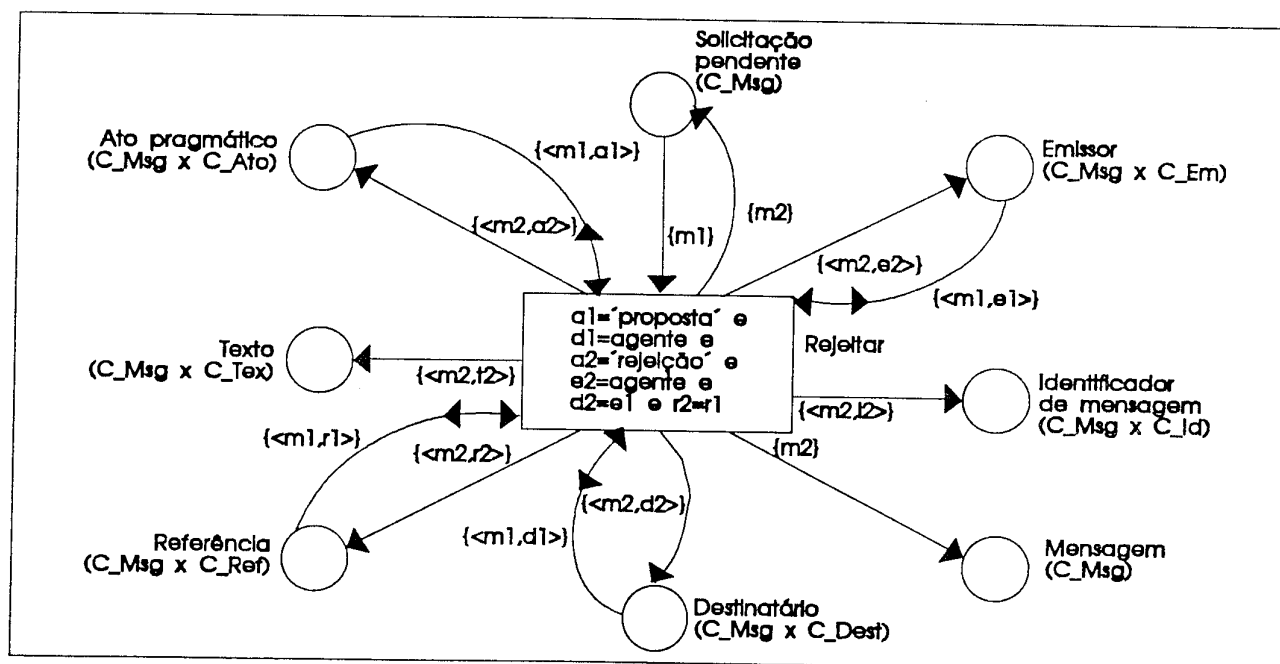


Figura 5.4 Rede de Petri Compacta Representação da rejeição de proposta

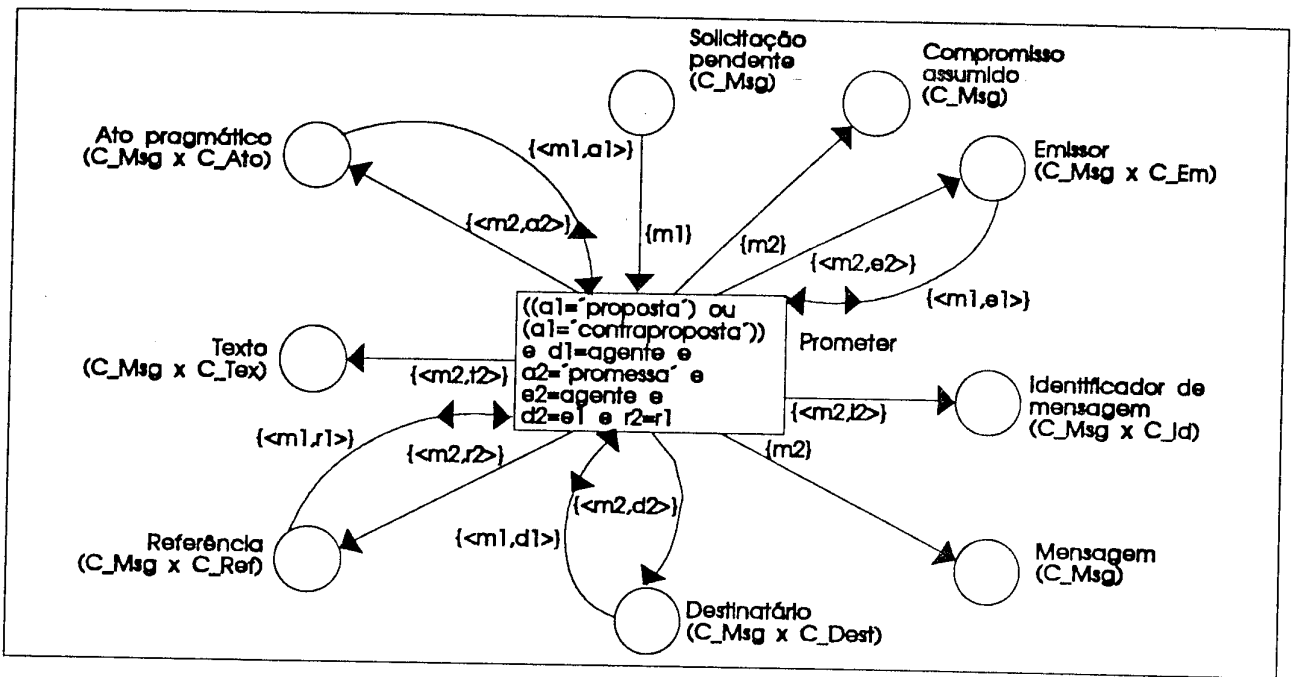


Figura 5.5 Rede de Petri Compacta
Representação da aceitação de proposta ou contraproposta

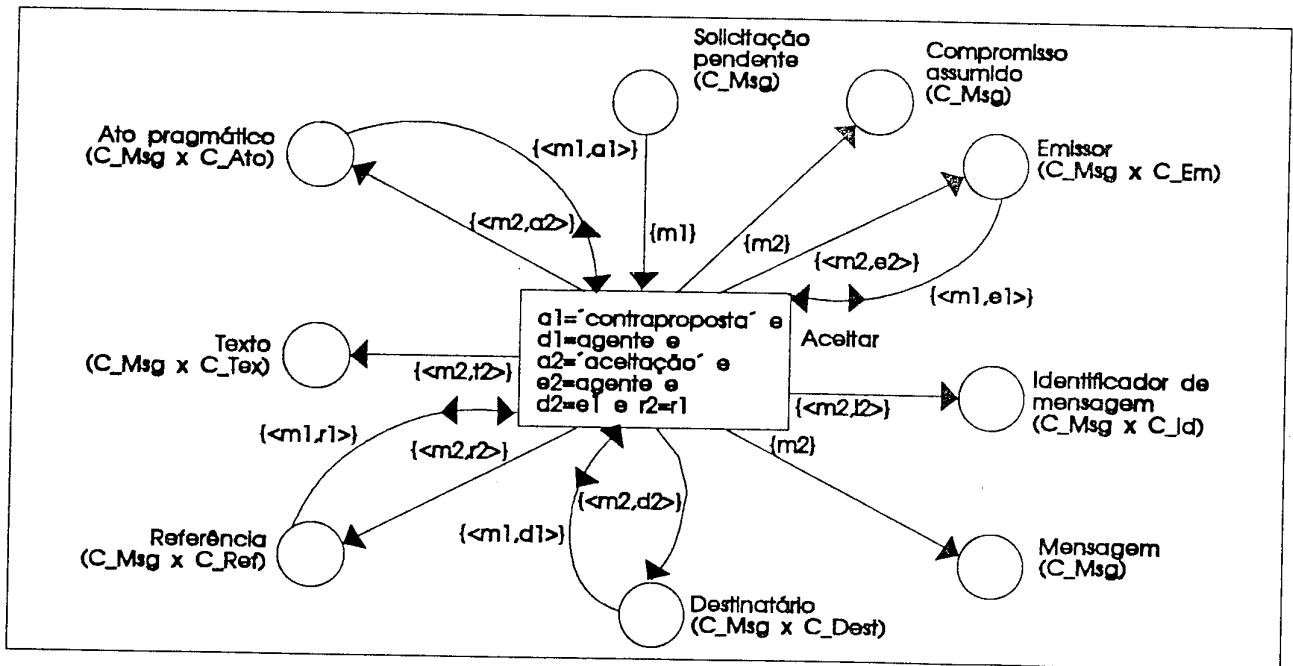


Figura 5.6 Rede de Petri Compacta
Representação da aceitação de contraproposta

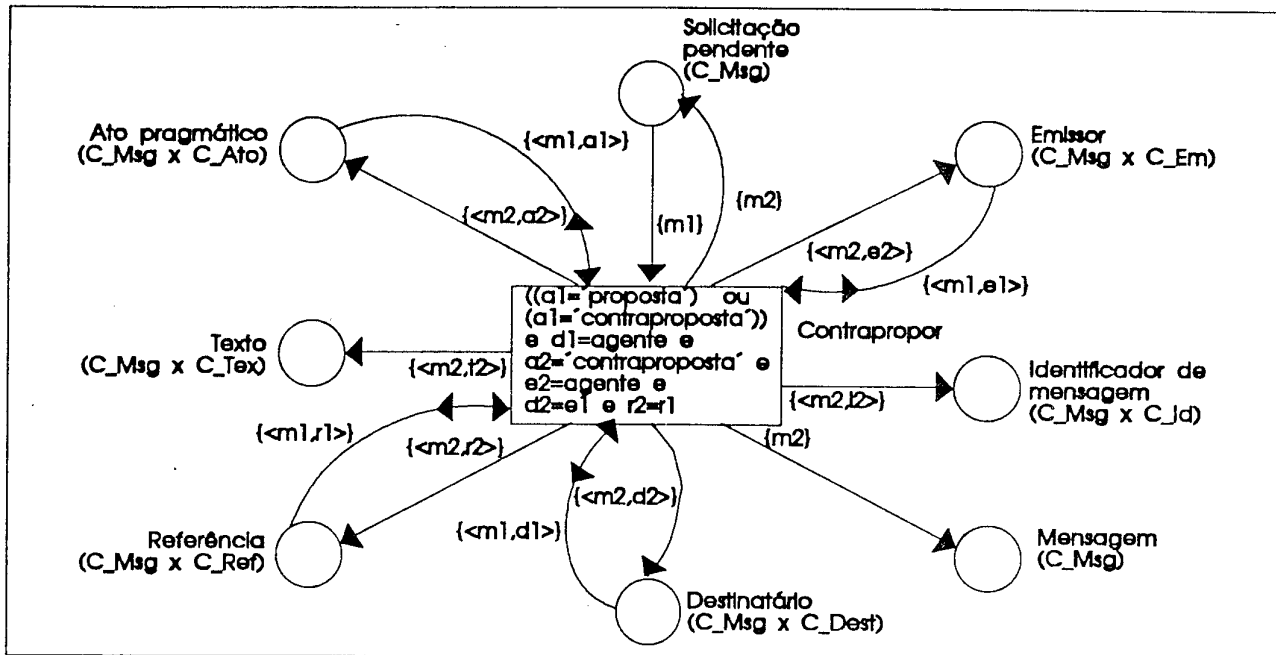


Figura 5.7 Rede de Petri Compacta
Representação da elaboração de contraproposta

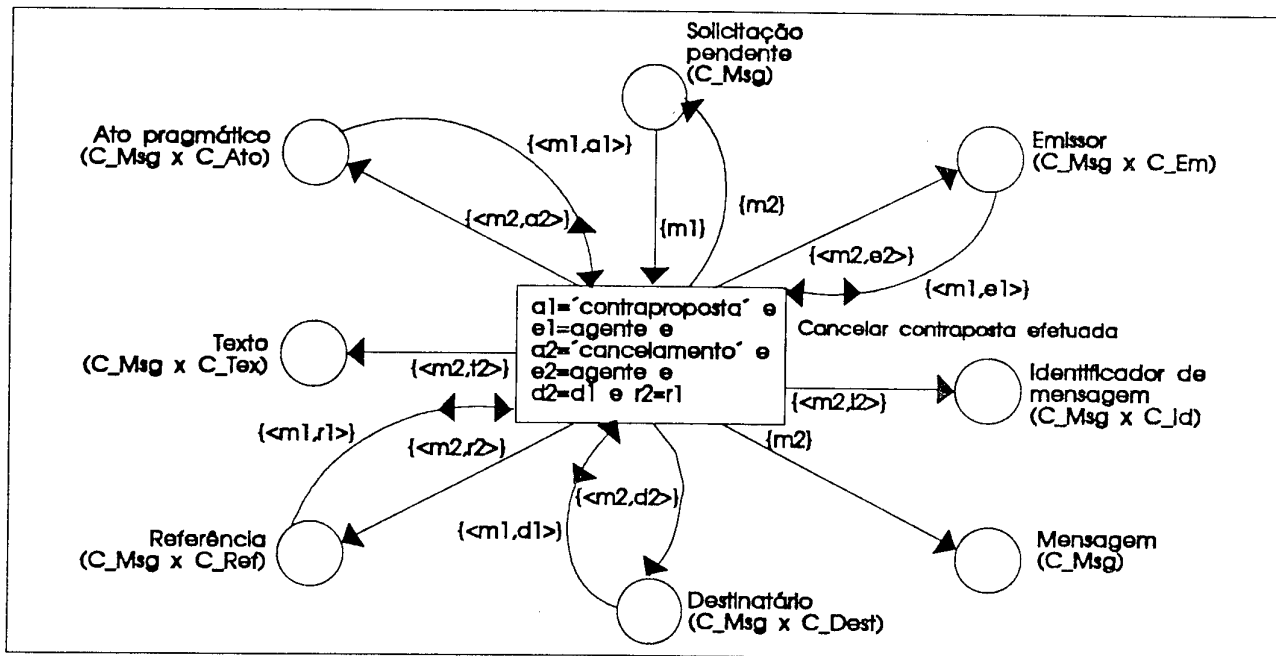


Figura 5.8 Rede de Petri Compacta
Representação do cancelamento de contraproposta efetuada

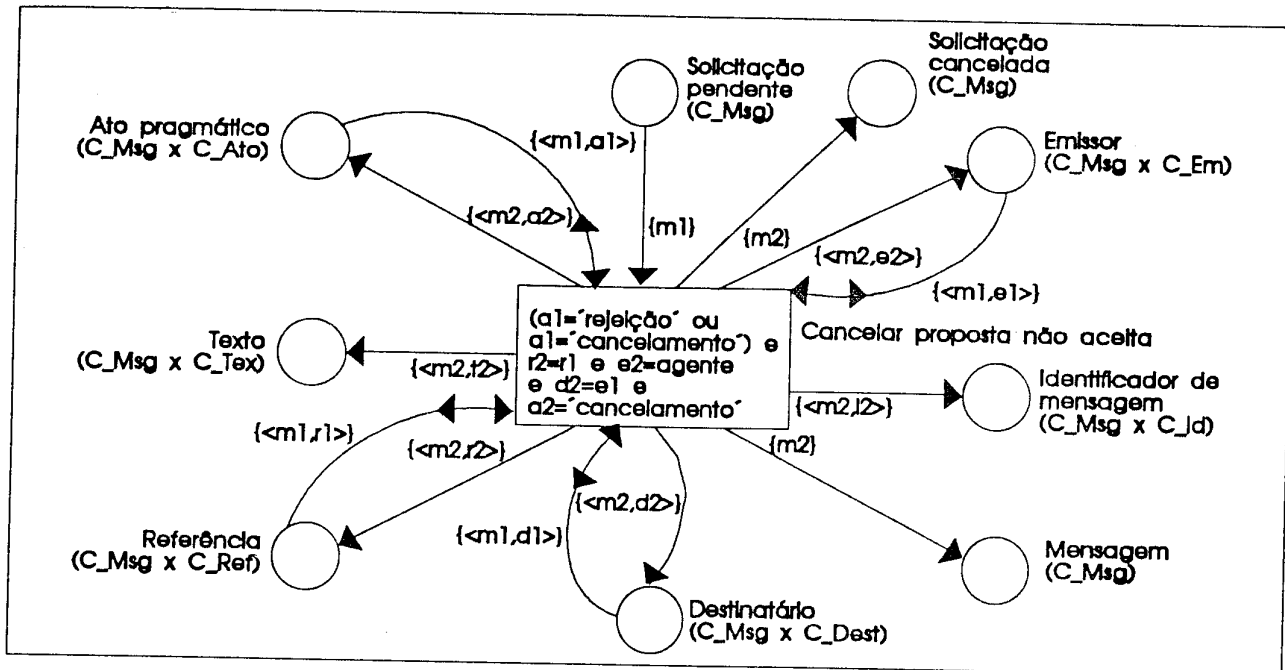


Figura 5.9 Rede de Petri Compacta
Representação do cancelamento de proposta não aceita

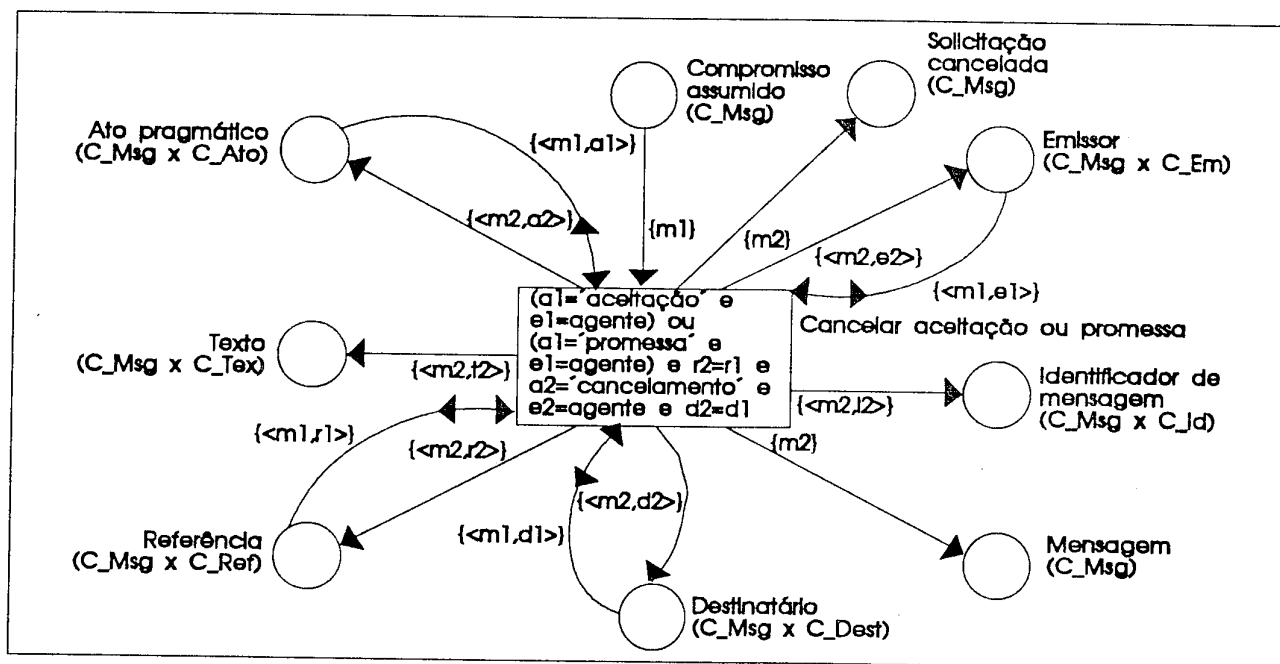


Figura 5.10 Rede de Petri Compacta
Representação do cancelamento do compromisso assumido

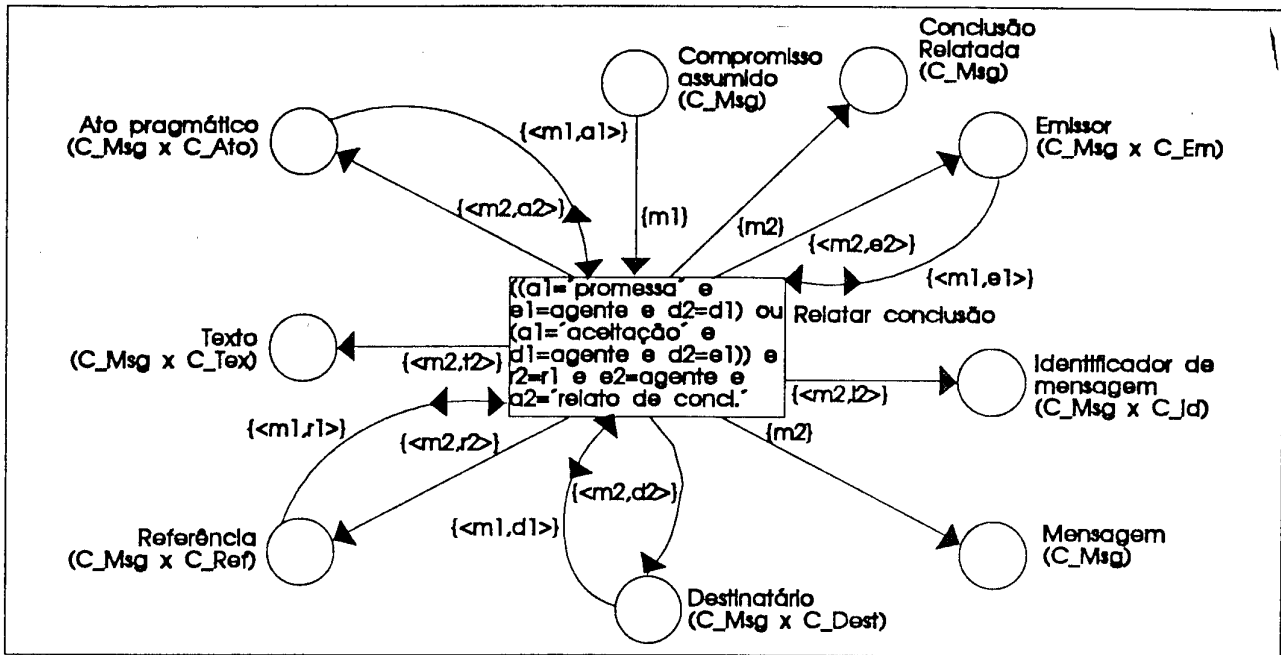


Figura 5.11 Rede de Petri Compacta
Representação do relato de conclusão

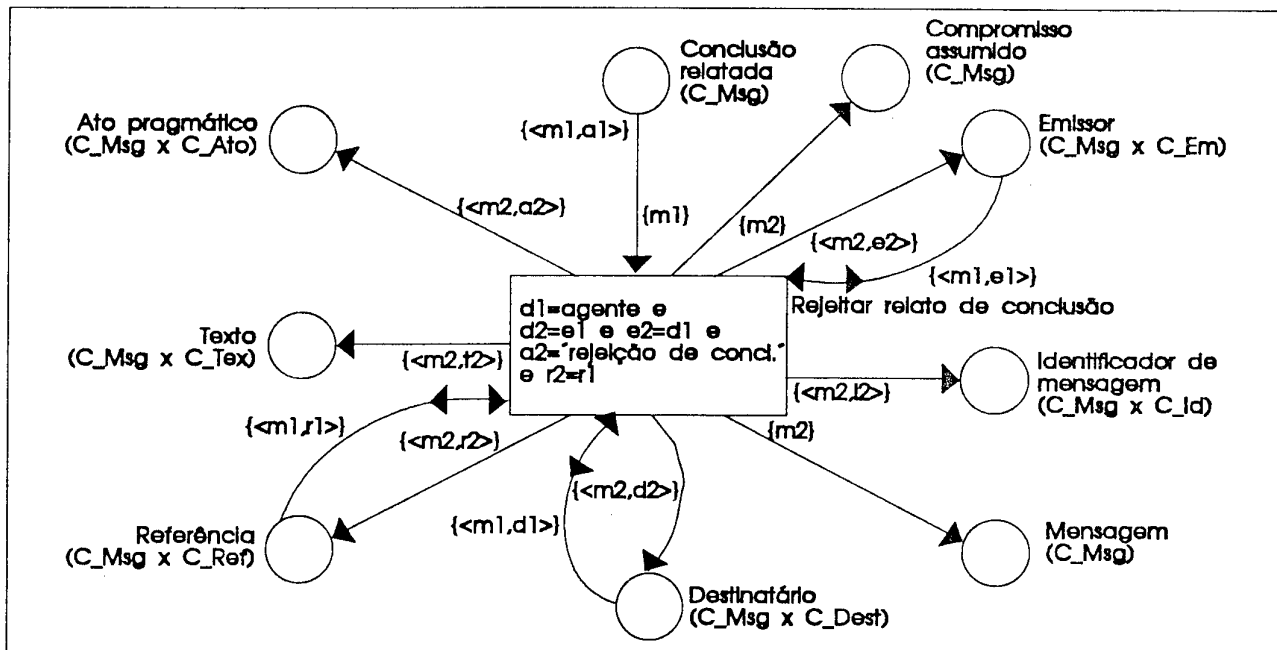


Figura 5.12 Rede de Petri Compacta
Representação da rejeição de conclusão

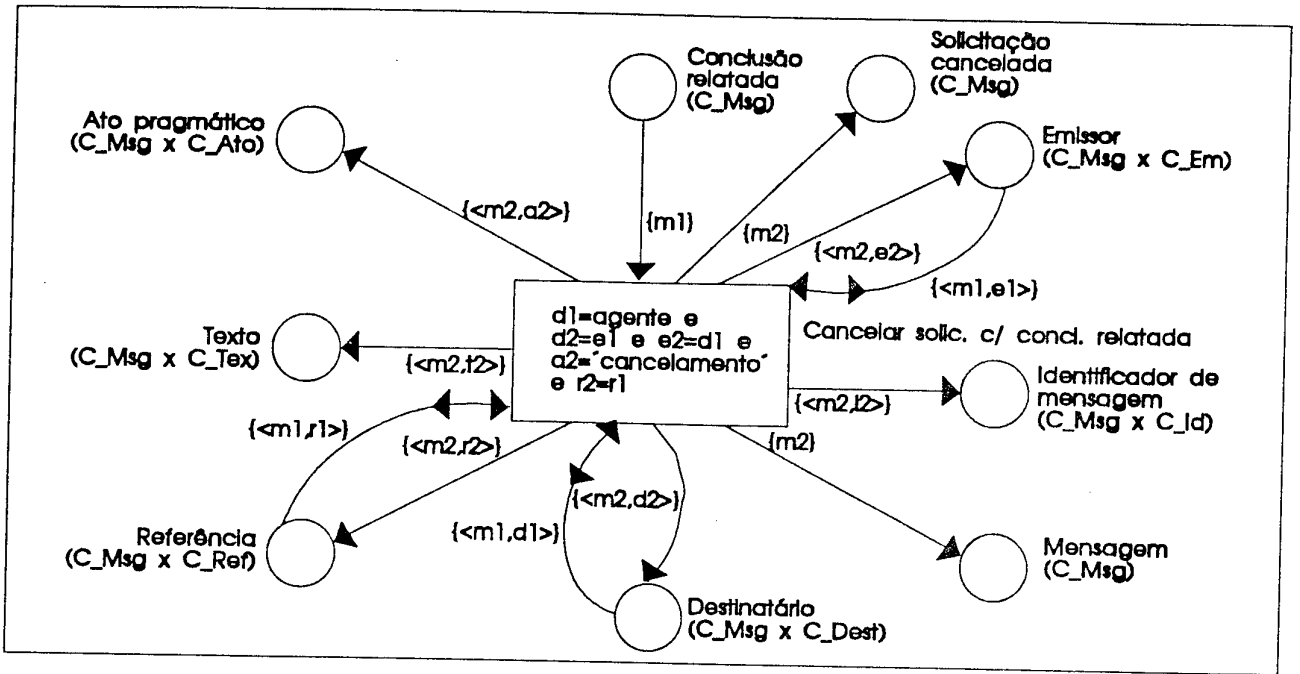


Figura 5.13 Rede de Petri Compacta
Representação do cancelamento de solicitação com conclusão relacionada

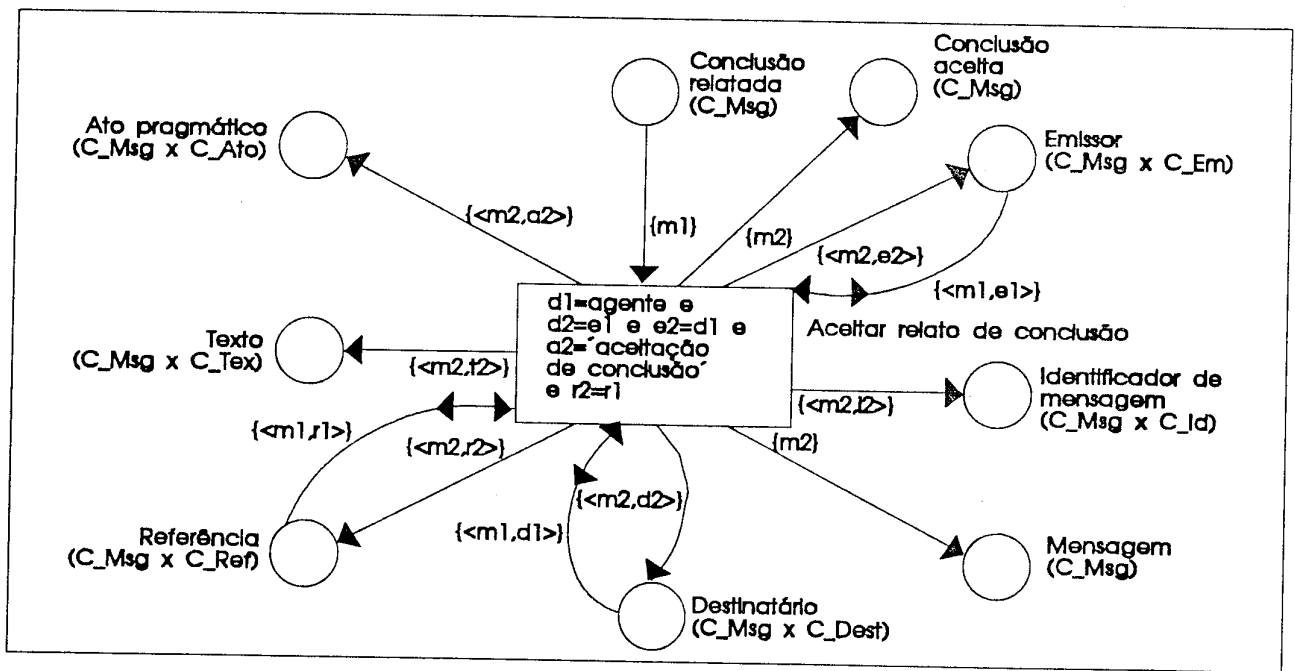


Figura 5.14 Rede de Petri Compacta
Representação da aceitação de conclusão

6. Estudo de Caso

A compreensão do modelo representativo da interação entre pessoas envolvidas em uma atividade cooperativa apresentado na Seção anterior pode ser facilitada com a utilização de um exemplo, introduzido a seguir.

O caso considerado consiste na avaliação hipotética de uma proposta de lançamento de um curso de extensão de informática, uma atividade que necessita que diversas pessoas conjuguem seus esforços para produzir um resultado final. O início do processo acontece pela apresentação da proposta de realização do curso X pelo Diretor do Departamento de Informática. A PUC-Rio possui um órgão responsável pelos cursos de extensão universitária que são oferecidos à comunidade interna e externa, denominado Coordenação Central de Extensão-CCE. Sempre que um Diretor de Departamento deseja lançar um curso de extensão, deve apresentar uma proposta ao Coordenador Administrativo da CCE. De acordo com nossa definição, a mensagem correspondente - que inicia a conversação - é especificada da seguinte maneira:

Mensagem m1

Id. da mensagem: #1

Emissor: Diretor do Departamento de Informática

Destinatário: Coordenador Administrativo da CCE

Referência: proposta para realização do curso X

Texto: (detalhamento do curso, como objetivos, público-alvo, época de realização, número de participantes, conteúdo programático, material didático, professores e coordenador acadêmico)

Ato_pragmático: proposta

Após a emissão dessa mensagem, a marcação da Rede consistiria dada pela presença de uma única marca no lugar Solicitações Pendentes.

Solicitações Pendentes = {m1}

Pela regra de funcionamento para Redes Compactas estariam habilitadas as alterações cujas marcas de entrada estivessem presentes, marcas de saída estivessem ausentes e cujas fórmulas fossem avaliadas como verdadeiro. Assim, estariam habilitadas as alterações correspondentes a rejeitar, prometer e contrapropor por parte do destinatário. Supondo que ele aceitasse analisar a proposta de curso recebida, teríamos a emissão da mensagem correspondente:

Mensagem m2

Id. da mensagem: #2

Emissor: Coordenador Administrativo da CCE

Destinatário: Diretor do Departamento de Informática

Referência: proposta para realização do curso X

Texto: (informação sobre ter iniciado a avaliação da proposta e data prevista para sua conclusão)

Ato_pragmático: promessa

Como consequência da realização da alteração Prometer, ocorreria o desaparecimento da marca correspondente à mensagem m1 do lugar Solicitações Pendentes e o aparecimento da marca correspondente à mensagem m2 no lugar Compromissos Assumidos.

Solicitações Pendentes = {}

Compromissos Assumidos = {m2}

A avaliação de uma proposta de curso implica, entre outras coisas, na verificação da disponibilidade de instalações para o período de realização proposto e no levantamento do custo do material didático previsto (sua disponibilidade no mercado ou sua elaboração). Essa avaliação é feita pelo Encarregado do Serviço de Apoio, o qual consulta os órgãos da PUC-Rio que administram as salas de aula e laboratórios e confecção de material didático, livrarias e editores.

No exemplo considerado, o compromisso assumido pelo Coordenador Administrativo implicaria na emissão de mensagem para o Encarregado do Serviço de Apoio solicitando a verificação da disponibilidade de instalações e custo do material didático requerido.

Mensagem m3

Id. da mensagem: #3

Emissor: Coordenador Administrativo da CCE

Destinatário: Encarregado do Serviço de Apoio

Referência: pedido de avaliação da disponibilidade de instalações e material didático para o curso X

Texto: (data do compromisso assumido com o Diretor de Departamento e detalhes do curso)

Ato_pragmático: solicitação

Após a emissão dessa mensagem, a marcação da Rede seria a seguinte:

Solicitações Pendentes = {m3}

Compromissos Assumidos = {m2}

No caso considerado o Encarregado, pela subordinação hierárquica existente, só disporia de fato da alternativa de prometer, para o que emitiria a mensagem correspondente.

Mensagem m4

Id. da mensagem: #4

Emissor: Encarregado do Serviço de Apoio

Destinatário: Coordenador Administrativo da CCE

Referência: pedido de avaliação da disponibilidade de instalações e material didático para o curso X

Texto: (informação sobre ter iniciado a avaliação da proposta e data prevista para sua conclusão)

Ato_pragmático: promessa

A marcação após a ocorrência dessa alteração seria:

Solicitações Pendentes = {}

Compromissos Assumidos = {m2,m4}

Para facilitar a compreensão, consideremos que a avaliação a cargo do Encarregado seria realizada e o resultado apresentado ao Coordenador Administrativo, que o aceitaria e declararia completa a tarefa, resultando nas mensagens:

Mensagem m5

Id. da mensagem: #5

Emissor: Encarregado do Serviço de Apoio

Destinatário: Coordenador Administrativo da CCE

Referência: pedido de avaliação da disponibilidade de instalações e material didático para o curso X

Texto: (resultados das avaliações)

Ato_pragmático: relato de conclusão

Mensagem m6

Id. da mensagem: #6

Emissor: Coordenador Administrativo da CCE

Destinatário: Encarregado do Serviço de Apoio

Referência: pedido de avaliação da disponibilidade de instalações e material didático para o curso X

Texto: (informação sobre aceitação dos resultados das avaliações)

Ato_pragmático: aceitação de conclusão

A marcação após essas mensagens seria:

Solicitações Pendentes = {}

Compromissos Assumidos = {m2}

Conclusões Relatadas = {}

Conclusões Aceitas = {m6}

O compromisso assumido pelo Coordenador Administrativo da CCE seria cumprido quando ele informasse o resultado da avaliação geral da proposta de curso recebida, e o Diretor do Departamento de Informática se declarasse satisfeito com o resultado apresentado. Ainda para facilidade de entendimento, suponhamos a emissão das mensagens m7 e m8, encerrando a conversação.

Mensagem m7

Id. da mensagem: #7

Emissor: Coordenador Administrativo da CCE

Destinatário: Diretor do Departamento de Informática

Referência: proposta para realização do curso X

Texto: (informação sobre o resultado da avaliação geral efetuada)

Ato_pragmático: relato de conclusão

Mensagem m8

Id. da mensagem: #8

Emissor: Diretor do Departamento de Informática

Destinatário: Coordenador Administrativo da CCE

Referência: proposta para realização do curso X

Texto: (informação sobre aceitação dos resultados das avaliações)

Ato_pragmático: aceitação de conclusão

A marcação final, após o encerramento das conversações, seria:

Solicitações Pendentes = {}

Compromissos Assumidos = {}

Conclusões Relatadas = {}

Conclusões Aceitas = {m6,m8}

7. Conclusão

Apresentamos a aplicação de Redes de Petri Compactas Anotadas à representação da dinâmica de um processo cooperativo. Mostramos sua aplicabilidade a partir da abordagem feita por (Winograd 88) do processo de coordenação das atividades, ilustrando o funcionamento do modelo obtido com um exemplo simples de atividade cooperativa.

A representação considera o esquema dinâmico da troca de mensagens entre os participantes, não tratando a maneira como cada pessoa executa a tarefa a que se propôs ou como realiza a interação com os demais participantes.

A utilização de Redes de Petri Compactas Anotadas possibilita a especificação rigorosa de sistemas cooperativos, podendo ser utilizada para simulações dos processos modelados. A complexidade da Rede final obtida pode ser dominada com a utilização de Redes de Petri do tipo Canal/Atividade, que possibilitam representações informais de sistemas e orientam a criação de Redes de Petri Compactas de menores dimensões.

Como futuro trabalho de pesquisa acreditamos que devem ser investigados alguns pontos em particular:

A aplicação de Redes de Petri Compactas Anotadas à representação da dinâmica da interface do usuário não foi efetuada no presente trabalho. A implicação do seu uso na especificação de diálogos considerados inteligentes, com ou sem o emprego de linguagem natural (conforme mencionado na Seção 3), deverá ser investigada, o que pode levar a novos empregos para Redes de Petri Compactas.

O uso generalizado dessa ferramenta na construção de modelos para os diversos tipos de sistemas de suporte à cooperação com as características abordadas na seção 2, é uma possibilidade que demanda investigação.

A construção de um protótipo baseado no modelo apresentado na seção 6 deve complementar o estudo do problema e subsidiar a avaliação da alternativa representada pelo emprego de Redes de Petri Compactas à classe de problemas definida pela interação entre as pessoas envolvidas em atividades cooperativas.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a Bruno Maffeo, Rubens N. Melo e a Carlos J. P. Lucena pelas observações e críticas feitas a uma versão deste trabalho.

Referências

- Bennet, J.: Tools for Building Advanced user Interfaces; IBM Systems Journal, vol. 25, nos 3/4, 1986, pp. 354-368.
- Conklin, J. & Begeman, M. L.: gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion; ACM Trans. on Office Information Systems, vol. 6, no. 4, October 1988, pp. 303-331.
- Crowston, K. & Malone, T. W.: Intelligent Software Agents; Byte, Dec 1988.

- DeCindio, F., DeMichelis, G., e Simone, C.: *GAMERU: A Language for The Analysis and Design of Human Communication Pragmatics Within Organizational Systems* in *Advances in Petri Nets*, Berlin, 1987.
- Dertouzos, M. L.: *Redefining Tomorrow s User Interface*; ACM CHI 90 Proceedings, April 1990, pp. 1-1.
- Edwards ,J. L. & Mason, J. A.: *Evaluating the Intelligence in Dialogue Systems*; *Int. J. Man-Machine Studies* (1988) 28, pp. 139-173.
- Ellis, C. A.& Naffah, N.: *Design of Office Information Systems*, Springer-Verlag, 1987.
- Ellis, C. A., Gibbs, S. J. & Rein, G. L.: *Groupware - Some Issues and Experiences*; *Communications of the ACM*, Jan 1991, vol. 34, no. 1.
- Greif, I. & Sarin, S., *Data Sharing in Group Work*; in *Computer Supported Cooperative Work - A Book of Readings*, ed: Irene Greif, Morgan Kaufmann Pub., 1988.
- Grice, H. P.: *Logic and Conversation*; in *Syntax and Semantics: Speech Acts*, vol. 3, Cole, P. and Morgan J, 1975.
- Heuser, C. A.: *Modelagem Conceitual de Sistemas*, V Escola Brasileiro-Argentina de Informática, 1990.
- Hirschman, L.: *Natural Language Interfaces for Large-Scale Information Processing*; in *Integration of Information Systems: Bridging Heterogeneous Databases*, ed: Amar Gupta, IEEE Press, 1989, pp.308-310.
- Hogg, J.: *Intelligent Message Systems*; in *Office Automation*, ed: Dionysios Tschritzis, Springer-Verlag, New York, 1985.
- Jones, P. & Shave, M.: *A Language for Simple Interactive Retrieval from a Database System*; *Data & Knowledge Engineering*, Vol.2, No.4, Dec. 1987, pp. 303-322.
- Lai, K., Malone, T. W. & Yu, K.: *Object Lens: A 'Spreadsheet' for Cooperative Work*; *ACM Trans. on Office Information Systems*, vol. 6, no. 4, October 1988, pp. 332-353.
- Licklider, J. C. R. & Wezza, A.: *Application of Information Networks*; in *Computer Supported Cooperative Work - A Book of Readings*, ed: Irene Greif, Morgan Kaufmann Pub., 1988.
- Melo, R.N.& Braz, M.H.L.B.: *Interfaces Inteligentes*; *Anais do XXI Congresso Nacional de Informática*, 1988, RJ, pp. 439-444.
- Oberquelle, H.: *Human-Machine Interaction and Role/Function/Action-Nets*; in *Petri Nets: Applications and Relationships to other Models of Concurrency*, *Advances in Petri Nets*, Berlin, 1986.
- Reisig, W.: *Petri Nets in Software Engineering*; in *Petri Nets: Applications and Relationships to other Models of Concurrency*, *Advances in Petri Nets*, Berlin, 1986.
- Richter, G.& Voss, K.: *Towards a Comprhensive Model Integrating Information and Resources*; in *Advances in Petri Nets*, Berlin, 1985.
- Rissland, E.L.: *Ingredients of Intelligent User Interfaces*; *Int. J. Man-Machine Studies* (1984) 21, pp. 377-388.
- Sarin, S. & Greif, I.: *Computer-Based Real-Time Conferencing Systems*; *Computer*, IEEE Computer Society, October 1985.
- Soares, L.F.G.: *Redes Locais*, Ed. Campus, RJ, 1990.
- Thomas, R. H., Forsdick, H. C., Crowley, T. R., Schaaf, R. W., Tomlinson, R. S., Travers, V. M.: *Diamond: A Multimedia Message System Built on a Distributed Architecture*; in *Computer Supported Cooperative Work - A Book of Readings*, ed: Irene Greif, Morgan Kaufmann Pub., 1988.

- Tsichritzis, D. C.: Preface; *Office Automation*, ed: Dionysios Tsichritzis, Springer-Verlag, New York, 1985.
- Tsichritzis, D. C., et al.: A Multimedia Filing System, in *Office Automation*; ed: Dionysios Tsichritzis, Springer-Verlag, New York, 1985.
- Tsichritzis, D. C. & Gibbs, S.J.: Etiquette Specification in Message Systems; *Office Automation*, ed: Dionysios Tsichritzis, Springer-Verlag, New York, 1985.
- Tsichritzis, D. C.: *Objectworld*; in *Office Automation*, ed: Dionysios Tsichritzis, Springer-Verlag, New York, 1985.
- Voss, K.: *Nets in Data Bases*; in *Petri Nets: Applications and Relationships to Other Models of Concurrency*, Advances in Petri Nets, Berlin, 1986.
- Voss, K.: *Nets in Office Automation*; in *Petri Nets: Applications and Relationships to other Models of Concurrency*, Advances in Petri Nets, Berlin, 1986.
- Winograd, T.: *A Language/Action Perspective on the Design of Cooperative Work*, in *Computer-Supported Cooperative Work: a Book of Readings*, ed: Irene Greif, Morgan Kaufmann Pub., 1988.
- Winograd, T.: Where the Action Is; *Byte*, Dec 1988.
- Zwicker, R.& Reinhard, N.: Interfaces Inteligentes: perspectivas para novas formas de aprendizado e uso de sistemas; *Revista Brasileira de Computação*, Vol.5, no. 3, Jan/Mar 1990, pp. 17-25.