Personalização de Serviços de Comércio Eletrônico

Comércio Eletrônico na WWW
Wagner Meira Jr., Cristina Murta e Rodolfo Resende

Personalização

- Adaptação das informações e dos recursos providos aos usuários com a finalidade de incentivar transações comerciais.
- Não afeta a semântica dos serviços, pois aspectos funcionais não são alterados.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Personalização de Serviços no Café

- Nível Conceitual: inalterado
- Nível de Aplicação: inalterado
- Nível Funcional:
  - Especificação da personalização
    - O que será personalizado?
- Nível de Execução:
  - Detalhamento de todo o processo de personalização

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Nível Funcional

- Para cada serviço:
  - Finalidade
    - facilitar utilização, promover vendas
  - Informações
    - quais informações e procedimentos são personalizados
  - Critérios de personalização
    - preferências dos clientes, produtos correlacionados

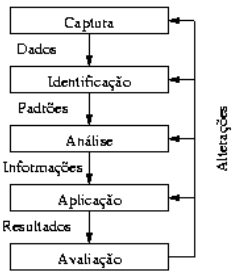
© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Nível de Execução

- Fases:
  - Captura: quais dados são coletados
  - Identificação padrões: determina padrões de comportamento individuais ou coletivos
  - Análise: caracteriza o comportamento
  - Aplicação: personaliza serviços
  - Avaliação: verifica eficácia e determina alterações

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Nível de Execução



© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Captura de Dados

- Fontes de dados:
  - Acessos
  - Referências
  - Agentes
  - Cadastro
  - Informações sobre produtos
- Granulação: sessões

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Representações de Dados

- Expressões regulares
- Hierarquias de conceito
- Regras
- Grafos:
  - CBMG
  - Gramáticas probabilísticas

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Representações de Dados Expressões Regulares

- Templates de navegação
  - Notação:
    - | - Mesma visita
    - * - Qualquer valor com múltiplas ocorrências
    - ; - Entre visitas
    - ^ - Negação
    - ? - Qualquer valor

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Representação de Dados Templates de Navegação

Análise da eficácia de uma campanha de presentes, focando em consumidores que entraram pela página principal, viram o anúncio da campanha e posteriormente voltaram e compraram. Excluir caminhos que incluam visitas às ofertas padrão da loja.

Exemplo:

(1)<index.htm|*|/gifts.htm;*;purchase.htm|?>

(2)^<*;reduced.htm;*>

(3)^<*;junk.htm;*>

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Representação de Dados Hierarquias de Conceito

- Organizam informações de acordo com critérios semânticos
- Realizada manualmente
- Exemplo:
  - divisão de livros em gêneros
- Utilizadas para correlacionar produtos
  - permitem correlacionar comportamento de usuários

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Representação de Dados Regras

- Indicam o comportamento probabilístico do usuário
- Exemplos:
  - 40% dos usuários que acessam a página principal vão à página de ofertas
- A representação indica ações de caminhamento, sem entrar no mérito semântico.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Representação de Dados Grafos

- Forma condensada de representar regras de caminhamento.
  - CBMG:
    - Vértices: estados de compra.
    - Arestas: probabilidade de mudança de estado
  - Gramáticas Probabilísticas de Hipertexto:
    - Vértices: páginas
    - Arestas: probabilidade de ir para página

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Descoberta de Padrões

- Técnicas
  - Inteligência artificial
  - Mineração de dados
  - Psicologia
  - Teoria da Informação
- Exemplos:
  - regras de associação
  - padrões sequenciais
  - caminhos mais comuns

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Análise de Padrões

- Determinados os padrões, é necessário:
  - Entender
  - Visualizar
  - Interpretar padrões
- Técnicas
  - OLAP
  - Mecanismos de consulta

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Exemplos de Padrões de Acesso

- Regras de Associação
  - 40% dos clientes que acessaram A também acessaram B
  - 30% dos clientes que acessaram A compraram um produto
- Padrões sequenciais
  - 60% dos clientes que compraram X, também compraram Y no prazo de 15 dias

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Exemplos de Padrões de Acesso

- Classificação e agrupamento
  - clientes que compram A são estudantes
  - clientes que acessam B normalmente visitaram a companhia X
  - 50% dos clientes que compraram C tem entre 20 e 25 anos e moram em BH

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Processo de Descoberta de Padrões de Acesso

- Fases:
  - Limpeza de dados
  - Identificação de transações
  - Integração de dados
  - Transformações
  - Determinação de padrões
  - Análise de padrões

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Fontes de Dados

- Log de Acessos
- Log de Referenciadores
- Log de Agentes
- Dados de cadastro
- Dados de agentes remotos
- Arquivos do site

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Fonte de Dados Log de Acessos

- Campos:
  - IP
  - Data-Hora
  - Requisição
  - Resultado
  - Bytes Enviados
- IP não é suficiente para identificação!
  - IP dinâmico
  - Proxies

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Identificação de Padrões

- Identificação de padrões de utilização de serviços
  - Padrões informativos
    - explicitam informações interessantes
    - agrupamentos, regras de associação
  - Padrões de previsão
    - estimativa de atributo desconhecido com base em dados conhecidos
    - regressão, classificação

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Agrupamentos *(Clusters)*

- Conjuntos cujos elementos são similares em relação a um dado critério.
- Centróide:
  - ponto cujos valores são as médias dos pontos que compõem o cluster
- Algoritmos:
  - k-means
  - árvore geradora mínima

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Algoritmo k-means

Escolha k pontos a serem utilizados como estimativa inicial para os centróides

Repita

Examine cada ponto a ser agrupado e o associe ao centróide mais próximo, atualizando o valor do centróide

Até que nenhum ponto mude de cluster ou o máximo de iterações seja atingido.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Algoritmo k-means

- Questões
  - função similaridade
    - distância geométrica
    - outras medidas de distância
    - proximidade ortográfica
    - proximidade semântica
  - número de clusters
    - função da finalidade e da natureza dos pontos

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Algoritmo Árvore Geradora Mínima

Faça cada ponto um cluster

Enquanto numcluster > objetivo

Determine o centróide de cada cluster

Calcule a matriz de similaridade entre os clusters

Determine os clusters com maior similaridade não máxima (ou seja, idênticos) e faça um novo cluster

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Algoritmo Árvore Geradora Mínima

- Questões
  - Número de clusters ainda é um problema
    - podemos usar distância mínima como critério de parada?
  - Função similaridade
    - Qual é?
    - Qual o seu significado?

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Regras de Associação

Uma implicação da forma $X \Rightarrow Y$, onde X e Y são conjuntos disjuntos de itens de um registro.

Métricas:

- *Suporte:* probabilidade que um registro contenha tanto X quanto Y
- *Confiança:* probabilidade que um registro contenha X, dado que contêm Y

Exemplo: análise de dados de supermercados

50% das pessoas que compram X e Y, compram Z

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Geração de Regras de Associação

Definições:

- Seja $I = \{i_1, i_2, i_3, ..., i_n\}$ um conjunto de itens.
- Seja T um conjunto de transações, onde cada transação t é um conjunto de itens, tal que $t \subseteq T$. Cada transação tem um identificador único (*TID*).
- Sejam $X \subseteq T$ e $Y \subseteq T$ e $X \cap Y = \emptyset$, uma regra de associação é uma implicação da forma $X \Rightarrow Y$.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Geração de Regras de Associação

Problema:

- Gerar todas as regras que tenham suporte e confiança maiores que os valores mínimos especificados (*minsup* e *minconf*, respectivamente).

Duas etapas:

- Determinar todos os conjuntos de itens cujo *suporte* é maior do que o suporte mínimo especificado. Eles são chamados de conjuntos *freqüentes* de itens.
- Gerar as regras de associação a partir dos conjuntos *freqüentes* de itens. Dados conjuntos *freqüentes* XYZ e XY, a regra $Z \Leftarrow XY$ é válida se a razão

  $$conf = supp(XYZ) \div supp(XY)$$

  é maior que a confiança mínima.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Geração de Regras de Associação

Problemas:

- Associabilidade:

  Quais são os itens entre os quais devem ser investigadas as associações.
- Custo de enumeração:

  Adotar técnicas que reduzam a quantidade de conjuntos a serem enumerados, pois o seu custo computacional cresce exponencialmente com o número de itens.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

O Algoritmo Apriori

Notação:

- Seja *tamanho* o número de itens em uma transação.
- Seja *k-itemsets* um conjunto de itens de tamanho *k*.
- Seja F_k o conjunto *freqüente* de itens de tamanho *k*.
- Seja C_k o conjunto de itens *candidatos* (potencialmente *freqüentes*) de tamanho *k*.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

O Algoritmo Apriori

```
1.  F1 = {1-itemsets}
2.  for (k=2; Fk-1 ≠ 0; k++) {
3.    Ck = gera_candidatos(Fk-1);
4.    for all transações T in BD
5.      for all subconjuntos t in T
6.        if (c está_em Ck: c=t) c.count++;
7.    Fk = {c in Ck | c.count >= minsup};
8.  }
9.  for all Fk, k>2
10.   gera_regras(Fk);
```

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Geração de Conjuntos Candidatos

```
1.  gera_candidatos (Fk-1) {
2.    for (i=1; i<=k-1; i++)
3.      if (p.item[i] ≠ q.item[i])
4.        return 0; // Não gera candidato
5.    if (p.item[k] < q.item[k]) {
6.      Ck = p ∪ q;
7.    }
8.    for all conjuntos_candidatos c in Ck
9.      for all (k-1)subconjuntos s in c
10.       if (s não_está_em Fk-1)
11.         remove c de Ck;
12.   return Ck;
13. }
```

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Geração de Conjuntos Candidatos

Exemplo:

F_3 = { {1, 2, 3}, {1, 2, 4}, {1, 3, 4}, {1, 3, 5}, {2, 3, 4}, {3, 4, 5} }

Enumeração:

C_4 = { {1, 2, 3, 4}, {1, 3, 4, 5} }

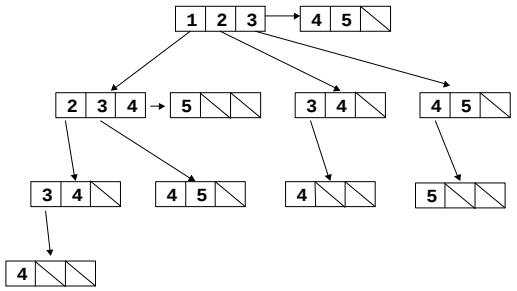
Corte:

C_4 = { {1, 2, 3, 4} }, pois {1, 4, 5} não é *freqüente*.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Geração de Conjuntos Candidatos

Exemplo:



© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Redes Neuronais

- Uso em classificação:
  - aproximam mapeamentos não lineares entre conjuntos de entradas e saídas
- Exemplo: obtenção de financiamento
  - Entrada: dados cadastrais
  - Saída: taxa de juros e limite de crédito

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Redes Neuronais: Recuperação de Padrões

- Mecanismos de mapeamento
  - Autoassociativo: armazena padrões
  - Heteroassociativo: armazena pares de padrões
- Tipos de recuperação
  - Discreta: Padrão mais próximo
  - Contínua: Interpolação

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Redes Neuronais

- Sistema Nervoso Humano
  - Terminações sensitivas (entrada)
    - Meissner (tato)
    - Ruffini (calor)
    - Krause (frio)
  - Unidades funcionais (processamento)
    - Neurônios
  - Terminações motoras
    - Músculos
    - Glândulas/Órgãos

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Redes Neuronais Artificiais

- Mimetizam as redes naturais em:
  - morfologia e fisiologia dos neurônios
  - padrão de interconexão
  - características excitatórias ou inibitórias
  - terminações sensitivas ou motoras
  - características das sinapses

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Redes naturais X artificiais

- Velocidade de processamento
  - processadores correntes são 10^6 mais rápidos
- Complexidade estrutural
  - 10^{11} a 10^{14} neurônios com 10^3 a 10^4 conexões
- Paralelismo
  - o alto grau de paralelismo das redes naturais permite que problemas como linguagen e visão sejam resolvidos muito mais eficientemente por humanos

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Redes naturais X artificiais

- Armazenamento
  - computador: realocado
  - cérebro: adaptado (ajuste de conexões)
- Tolerância a falhas
  - informações armazenadas de forma difusa
  - o ser humano perde 10^3 neurônios dia
- Controle de processamento
  - não há centralização de controle

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Redes Neuronais Artificiais

- Componentes
  - topologia de interconexão de elementos de processamento
  - codificação de dados de entrada
  - recuperação de resultados

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Elementos de Processamento

- Vetor de Entradas E = (E1,...,Ei,...En)
- Vetor de Pesos Wj = (W1j,...,Wij,...,Wnj)
- Nível de Ativação Tj
- Função de Ativação f
- Saída Sj

Sj = f(E*Wj-Tj) = f(Σ Ei*Wij-Tj)

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Função de Ativação

- Mapeia entradas e saídas
  - Linear
  - Rampa
  - Degrau
  - Sigmóide (limitada, monotônica,crescente)
    - Função logística: 1/(1+exp(-x))
    - Tangente hiperbólica
    - Razão incrementada de quadrados: $x^2/(1+x^2)$

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Topologia

- Tipos de conexão:
  - Excitatória
  - Inibitória
- Esquema de interconexão
  - Intra-nível
  - Inter-nível
  - Recorrente

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Memória

- Padrões:
  - Espacial: única imagem
  - Espaço-temporal: sequência de padrões espaciais
- Tipos de memória
  - RAM: mapeia endereços para dados
  - CAM: mapeia dados para endereços
  - Memória associativa: mapeia dados para dados

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Aprendizagem

- Qualquer mudança no vetor de pesos
- Tipos:
  - Supervisionado: exemplos externos
    - Espacial: codifica mapeamentos
    - Temporal: codifica sequência de passos
  - Não supervisionado:
    - auto-organiza dados, descobrindo propriedades coletivas

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Aprendizagem por Correção de Erros

- Ajusta os pesos das conexões de acordo com a diferença entre os valores desejados e obtidos em cada nodo da saída
- Dwij = α * Oi * (Dj - Oj)
- Limitação:
  - só funciona com redes de dois níveis, pois quanto do erro de saída que deve ser atribuído a um nodo intermediário não é definido.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Back-propagation

- Rede *feed-forward*
  - Não há ciclos
  - Uso para tarefas hetero-associativas
  - Rápida utilização
  - Aprendizagem multi-nível
    - demanda a derivação de uma relação entre a correção no nível de saída e os níveis internos
    - funções de ativação lineares não adicionam graus de liberdade para redes multi-nível

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Back-propagation: produção

- Valor de ativação de cada nodo, dado um padrão de entrada u:
  - Hui = Σ Wji * Eui
- Saída do nodo:
  - Oui = g(Hui)

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Back-propagation: Aprendizagem

- Objetivo: minimizar erro
  - $E = 0.5 * \Sigma\Sigma (Dui-Oui)^2$
  - Saída: Dwji = B * Wji + A * Σu Gui * Vui
    - Vui = saída do nodo da camada intermediária
    - Gui = g'(Hui) * (Dui-Oui)
  - Intermediária: Dwkj = B * Wkj + A * Σu Guj * Euk
    - Euk = saída do nodo de entrada
    - Guj = g'(Huj) * Σi Wji * Gui

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Back-propagation

- Questões:
  - parâmetros de treinamento e tamanho da rede devem ser suficientes para comportar o mapeamento desejado
  - natureza de cada entrada e saída deve ser compatível com a capacidade e funcionamento da rede
  - conjunto de treinamento deve garantir cobertura e justiça

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Análise

- Extrair informações dos padrões de comportamento dos clientes
  - Produtos:
    - baseada em aquisições e dados cadastrais
  - Procedimentos:
    - formas prediletas de interação
  - Formato:
    - formatos e informações apresentadas

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Aplicação

- Desenvolver e implementar uma estratégia de personalização a partir da caracterização
- Fatores:
  - mecanismos de personalização
  - escopo
  - forma de atualização

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Formas de Personalização

- Sintetização de páginas
- Ordenação de links
- Regras para notas

- Problemas:
  - Evidências conflitantes
  - Dados poluídos (entrada e regras)

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Regras para notas

- Páginas não podem ser alteradas estáticamente, pois refletem apenas um grupo de usuários.
- Regras para notas são da forma g,a→b
  - g: padrão de navegação
  - a: página pouco visitada
  - b: página normalmente visitada após g
- Cria um efeito memória

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Mecanismos de Personalização

- Produtos:
  - Venda cruzada: itens complementares
  - Venda ampliada: itens melhores
  - Recomendação: itens de interesse
  - Promoção: itens correlatos em promoção

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Mecanismos de Personalização

- Procedimentos:
  - todos os serviços que recebem parâmetros
  - armazena, para cada usuário, opções e parâmetros utilizados
- Formato:
  - estética: disposição de texto e gráficos
  - conteúdo: tipos de informação a serem apresentados.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Escopo

- Amplitude do conjunto de usuários a ser personalizado
  - Global: se aplica a todos os clientes ou grupos de clientes
  - Local: se aplica a apenas um cliente
- Compromisso:
  - custo de escopos locais versus personalização insipiente

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Atualização

- Especifica a recentidade dos dados usados para personalização:
  - Discreta: atualização periódica
  - Contínua: atualização instantânea

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Avaliação

- Métricas:
  - taxa de cliques e taxa de conversão
  - taxa de acerto das informações sugeridas
- Micro-métricas:
  - avaliam a efetividade do sítio
    - visita para listagem
    - listagem para cesta
    - cesta para compra

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Privacidade

- Personalização implica invasão de privacidade
  - Insegurança de usuários depende da informação utilizada
- Política de privacidade
  - dados coletados
  - utilização
  - controle de acesso
  - anonimidade

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Jambreiro
Busca e Navegação

- Facilitar a localização de produtos
- Funcional:
  - destaca produtos de acordo com os interesses dos clientes, os quais são detectados pelos seus dados cadastrais ou operações de localização e compra anteriores.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Jambreiro
Busca e Navegação

- Execução
  - Captura de dados: registros de acesso, dados cadastrais e compras anteriores
  - Identificação de padrões:
    - segmentar base de produtos: agrupamento
    - correlacionar classes de produtos a dados cadastrais e caminhamento: redes neuronais
  - Análise: determinar um peso para cada grupo de produtos

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Jambreiro
Busca e Navegação

- Execução:
  - Aplicação:
    - produtos são enquadrados nas classes
    - classes são ordenadas de acordo com pesos (podem também ser destacados)
  - Avaliação:
    - baseada na efetividade das sugestões, isto é, a sugestão foi aceita

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Jambreiro
Colocação na Cesta

- Ampliar a intenção de compra
- Funcional:
  - oferecer produtos correlatos com base em transações anteriores envolvendo o produto sendo colocado na cesta

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Jambreiro
Colocação na Cesta

- Execução:
  - Captura de dados:
    - escolhas de usuários em uma mesma sessão ou sessões diferentes, conforme o registro de acessos
  - Identificação de padrões:
    - determinar correlações entre produtos, mais especificamente regras de associação

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Jambreiro
Colocação na Cesta

- Execução:
  - Análise: determinar quais regras devem ser usadas para personalização:
    - significância das regras: maior suporte
    - fonte: compras, seleções
  - Aplicação:
    - selecionar produtos para apresentação, com base nas regras mais similares ao caminhamento corrente do cliente

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Jambreiro
Colocação na Cesta

- Avaliação:
  - baseada em eficácia - quais sugestões foram efetivamente adquiridas, mesmo que em uma visita posterior
  - base de regras pode mudar ao longo do tempo, como conseqüência do comportamento dos clientes também mudar

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Jambreiro
Compra

- Facilitar a interação do cliente com o servidor, minimizando a quantidade de informações a ser provida.
- Funcional:
  - agilizar o processo de compra pelo pré-preenchimento das opções e dados de frete e pagamento.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Jambreiro
Compra

- Execução:
  - Captura de dados:
    - formulários preenchidos anteriormente
  - Identificação de padrões:
    - padrões são simples - valores de campos
  - Análise:
    - selecionar o padrão a ser utilizado, tarefa trivial se houver apenas um.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.

Jambreiro
Compra

- Execução:
  - Aplicação:
    - simples, pré-preenchimento de campos
  - Avaliação:
    - baseada em quantas sugestões são mantidas.

© 2000 Todos os direitos reservados por Meira Jr., Murta e Resende.