

Pesquisa Operacional e aplicações na Indústria

Resumo das Atividades de Estágio

MS 777/877 - Projeto Supervisionado

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC)

Empresa: Unisoma Computação Ltda
Período: 02/04/2018 à 26/11/2018
Estagiário: Vinicius O. Splugues
Orientação: Profa. Dra. Kelly Poldi

Campinas, 26 de Novembro de 2018

Resumo

Nesta monografia são apresentadas soluções baseadas em técnicas de Pesquisa Operacional aplicadas em problemas da Indústria atual, em resumo das atividades de estágio na Unisoma Computação Ltda. (<http://www.unisoma.com.br/>) iniciada em 02/04/2018 e com prazo de duração até 28/02/2019.

Nesta monografia abordaremos os principais passos para a resolução de um problema de Pesquisa Operacional [1] da Indústria, tais como a sua identificação, seja a sua classificação, sua factibilidade, sua plataforma de desenvolvimento, neste caso AIMMS [2], e seu formato de integração com demais sistemas.

Introdução

Incorporado no dia 02/04/2018 ao quadro de colaboradores da Unisoma Computação Ltda o estagiário teve seu primeiro contato com o dia-a-dia corporativo através do “*Programa de Integração da Unisoma*”, onde o objetivo era apresentar a missão, a visão e os valores da empresa. Também foi apresentado procedimentos básicos e tutoriais para auxiliar no desenvolvimento dos Projetos, tais como:

- Metodologia Scrum e Kanban para gerenciamento de Projetos;
- Uso de plataformas/software para aplicação das metodologias Scrum e Kanban;
- Introdução a plataforma AIMMS para resolução de problemas de Programação Linear;
- Uso de plataformas de versionamento de sistemas que são construídos de forma colaborativa (GitHub, SVN, etc).

Sobre a Unisoma Computação Ltda.

A UniSoma é reconhecida por seus projetos em “advanced analytics”. Entregamos soluções sob medida que utilizam dados, processos e algoritmos para realizar previsões, simular e otimizar ambientes de negócios.

Desde 1984

Há mais de 30 anos a UniSoma auxilia empresas líderes de mercado a vencer seus desafios de tomada de decisões de forma integrada e otimizada. Somos um dos pioneiros deste segmento no Brasil e nossa história nos coloca em uma posição privilegiada para oferecer o que existe de melhor no mundo do “advanced analytics”.

Projetos de sucesso

Com experiência e tecnologia inovadora garantimos soluções robustas e flexíveis com rápido retorno financeiro, abrangendo os níveis de decisão estratégico, tático e operacional. Nossas soluções otimizam recursos, reduzem custos, melhoram os indicadores, auxiliam a definir estratégias e agilizam o planejamento, facilitando as mudanças e disponibilizando tempo para análise de cenários, antes despendido com cálculos e planilhas.

Time de alta performance

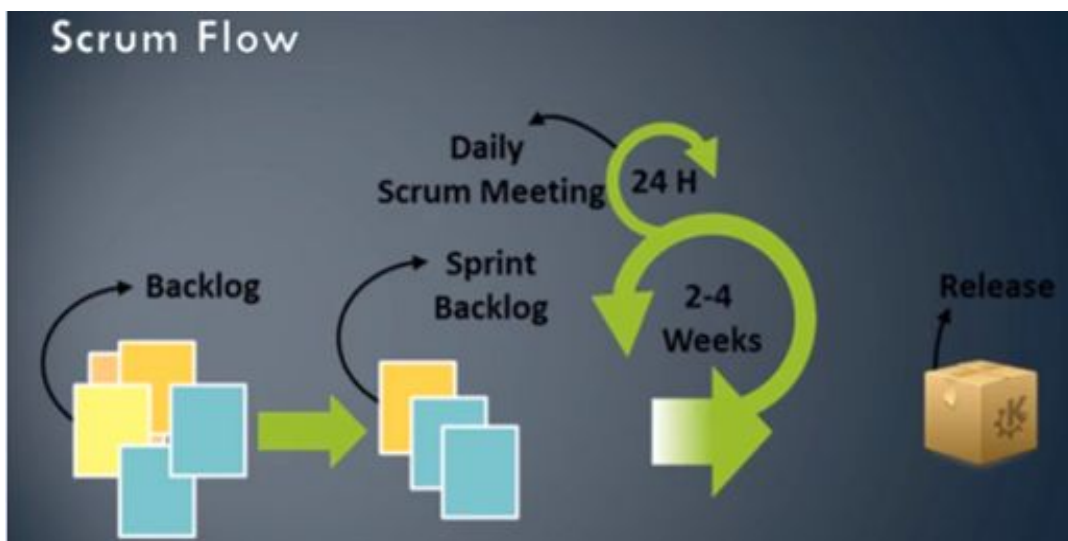
Nossos profissionais são experts em técnicas avançadas de modelagem, otimização de alta complexidade e Machine Learning. Além disso, possuem experiência de negócio em diversos segmentos e processos, adquiridos nas maiores empresas do Brasil. Para completar nossa equipe atua como um agente da transformação, liderando e fomentando a quebra de paradigmas, resultado muito frequente alcançado com nossas soluções.

Resumo das Atividades

Os primeiros passos do estagiário na empresa foi aprender o funcionamento e a gestão dos projetos, para isso o estagiário estudou duas das principais metodologias de gestão utilizadas na empresa, sendo elas a metodologia Scrum e Kanban, onde ambas se tratam de ferramentas ágeis para gestão e planejamento de projetos de software.

Metodologia Scrum

A metodologia Scrum utiliza da ferramenta de dividir todas as partes necessárias para executar um projeto em pequenas tarefas a serem feitas em uma lista que chamamos de Backlog. Essas tarefas são divididas em prioridade de execução e pelas EPICS, na qual falaremos a seguir. Para cada tarefa também são atrelados Story Points, que são pontos referente ao tempo de execução no qual cada tarefa terá para ser executada.



EPICS

EPICS são uma espécie de grupos (ou tag) no qual a tarefa é dividida. Por exemplo, um projeto possui três grupos de tarefas para ser executado, o grupo de Desenvolvimento, o grupo de Web e o grupo de Modelagem, portanto devemos criar três EPICS definidas como os grupos afins.

Tarefas bem alocadas nos EPICS ajudam no gerenciamento e na divisão da equipe para execução do projeto, pois pela quantidade de tarefas e pelo tempo estimado de execução de cada tarefa podemos definir qual EPIC (ou grupo) está demandando maior parte dos esforços.

Criado uma EPIC para as tarefas, a metodologia Scrum funciona com um fluxo de etapas que são divididas em Backlog, Sprint, Daily Scrum Meeting e então o Release (Figura abaixo), onde iremos ver detalhes para cada etapa adiante.

Backlog

O backlog é basicamente uma listagem de todas as tarefas criadas que são necessárias para execução do projeto. O backlog é ordenado de forma a deixar no topo da lista as tarefas que possuem maior prioridade.

Sprints

Uma sprint é basicamente um conjunto de tarefas selecionadas que começaram a serem executadas num determinado período. Uma sprint normalmente possui duração de uma a duas semanas conforme o projeto. Elas seguem um fluxo de trabalho pré definido para o projeto. Por exemplo: uma tarefa pode ter status 'para fazer', depois estar 'em andamento' e depois ser 'finalizada', simplesmente, ou então imagine que um projeto possua algumas fases de teste pelos desenvolvedores e outra fase de teste pelo cliente até chegar em sua conclusão. Portanto a tarefa terá que ser aprovada pelo usuário responsável por cada etapa para poder avançar, respeitando o workflow adequado.

Daily Scrum Meeting

Na metodologia Scrum é sugerido para um bom desempenho de uma sprint que seja realizado reuniões diárias com os colaboradores envolvidos no projeto para avaliar o andamento da sprint e gerenciar seu desempenho. Esses encontros possuem uma duração de 15 a 20 minutos.

Release

A release de um projeto é basicamente o relatório de conclusão das etapas do projeto. Para as etapas concluídas pode ser atrelado versões do projeto (iremos abordar o tópico mais à frente), onde podemos fazer uma lista de tarefas que precisam ser finalizadas para que se possa lançar uma determinada versão do projeto. Este recurso é bem utilizado em projetos de desenvolvimento de softwares e aplicativos.

O release também mostra quantas tarefas estão pendentes para finalizar uma determinada versão e quantos dias faltam para a conclusão dentro da data prevista.

Metodologia Kanban

A metodologia Kanban também utiliza da divisão das tarefas e das etapas para a realização de um projeto, contudo esta divisão acontece de forma mais simplificada quando comparada com o Scrum. O Kanban possui basicamente três etapas, sendo elas, tarefas "a fazer", "executando" e "finalizado", onde cada tarefa deve ser executada de forma exclusiva para cada colaborador ou equipe, ou seja, outra tarefa só pode avançar para a etapa "executando" caso a anterior seja finalizada.

Projetos Scrum são normalmente utilizados em projetos definidos, que possuem uma grande complexidade de tarefas e com prazos definidos. Já os projetos Kanban são mais utilizados em projetos de manutenção ou de desenvolvimento imprevisto (por exemplo, resolução de bugs).

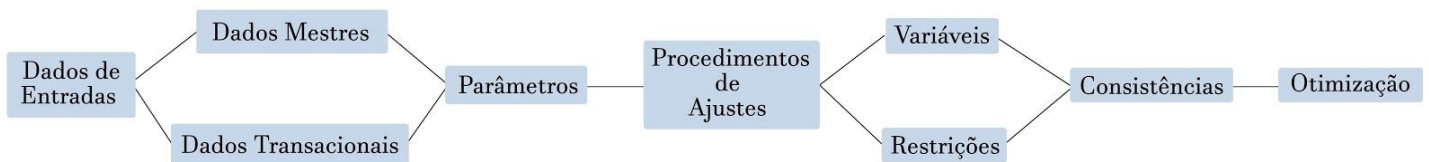
Após conhecimento das metodologias de gestão e gerenciamento de projetos, o estagiário foi empenhado a estudar modelos de Pesquisa Operacional utilizando o software AIMMS, pois diversos projetos desenvolvidos pela empresa são nesta plataforma. Para isto, a Unisoma Computação Ltda. disponibilizou materiais de apoio, sendo tutoriais propostos tanto pela plataforma AIMMS quanto tutoriais desenvolvidos pela empresa [3-5]. A Unisoma também disponibilizou todos os recursos necessários para o aprendizado, sendo estes: Notebook, licença do AIMMS, acesso à internet, entre outros recursos.

Desenvolvimento do Projeto

Como principal atividade desenvolvida durante o período de estágio, o estagiário teve a oportunidade de participar do desenvolvimento de um projeto em plataforma AIMMS desde de seu início, e pode acompanhar suas principais etapas.

O objetivo, neste projeto, foi desenvolver um sistema baseado em Pesquisa Operacional e Otimização Linear para auxiliar no planejamento dentro de uma cadeia de produção de produtos alimentícios de uma grande empresa brasileira.¹

Como parte fundamental do desenvolvimento, em conjunto com a modelagem matemática, é necessário entender os dados que serão lidos e utilizados no sistema e que compõem as características dos processos na cadeia de produção e seguem uma hierarquia conforme figura abaixo.



Os dados de entrada são divididos em dois tipos: Dados Mestres e Dados Transacionais.

- **Dados Mestres** são conjuntos de dados que variam em um longo período de tempo ou não variam. Exemplo: Capacidade máxima de um equipamento, disponibilidade de dias de produção, tipo de materiais, quantidade de depósitos disponíveis, etc.
- **Dados Transacionais** são conjuntos de dados que variam em um curto intervalo de tempo. Exemplo: Estoque, demanda, preço de compra e venda de materiais, etc.
- **Parâmetros** são uma classe de objetos estáticos que não variam durante a execução do sistema. Os dados mestres e transacionais geralmente são gravados em parâmetros e passam por uma série de ajustes para serem considerados no processo de otimização do problema.

¹ Informações específicas do projeto são confidenciais.

- **Procedimentos de Ajustes** são um conjunto de tratativas que ajustam e padronizam os dados conforme o modelo matemático e que simplificam o entendimento dos dados para o sistema. Exemplo: Ajuste de unidades.
- **Variáveis e Restrições**, da Otimização, são o conjunto descrito no modelo matemática e que caracterizam a otimização.
 - **Variáveis:** Classe de objetos dinâmicos, ou seja, que variam durante a execução do sistema. Em pesquisa operacional temos algumas classificações como variáveis de decisão, variáveis de folgas e etc.
 - **Restrições:** Classe de objetos estáticos e que possuem um procedimento algébrico contendo objetos estáticos e variáveis (parâmetros e variáveis) em sua composição.
- **Consistências** de dados são procedimentos que tem como objetivo conferir a validade dos dados para que possa evitar erros ou infactibilidade do sistema. Normalmente as consistência de dados são geradas em forma de aviso antes do sistema executar a otimização.

Exemplo em pequena escala

Uma Companhia produz dois tipos de fertilizantes: HI-Fosfato e LO-Fosfato. Três matérias primas são utilizadas para manufaturar estes fertilizantes de acordo com a tabela abaixo:

Matéria Prima	HI-Fosfato	LO-Fosfato	Qtd Disponível (em Toneladas)
1	2	1	1500
2	1	1	1200
3	1	0	500
Lucro Líquido	R\$15,00	R\$10,00	

Os dados nas colunas “HI-Fosfato” e “FO-fosfato” indicam as toneladas de matéria prima que são necessárias para produzir uma tonelada de respectivo fertilizante. Por exemplo, precisamos de 2 toneladas de matéria prima 1 para produzir 1 tonelada de HI-Fosfato. Queremos saber quanto produzir dos fertilizantes de tal maneira a maximizar o lucro líquido e respeitar as restrições de disponibilidade das matérias primas.

Sejam:

x_1 : toneladas de HI – Fosfato produzido

x_2 : toneladas de LO – Fosfato produzido

O nosso objetivo é maximizar o lucro líquido que é dado pela função $z(x) = 15x_1 + 10x_2$ sujeito às restrições de disponibilidade das matérias primas:

$$2x_1 + x_2 \leq 1500 \quad (\text{restrição de disponibilidade da matéria prima 1});$$

$$\begin{aligned}x_1 + x_2 &\leq 1200 && \text{(restrição de disponibilidade da matéria prima 2);} \\x_1 &\leq 500 && \text{(restrição de disponibilidade da matéria prima 2);} \\x_1, x_2 &\geq 0 && \text{(restrição de não negatividade).}\end{aligned}$$

Ao modelarmos o problema, assumimos as seguintes hipóteses:

1. **Proporcionalidade:** Se são necessários 2 toneladas de matéria prima 1 para produzir 1 tonelada de HI-Fosfato então precisamos de $2x_1$ para produzir x_1 toneladas de HI-Fosfato. Da mesma forma, se 1 tonelada de HI-Fosfato nos rende R\$15,00 então x_1 toneladas nos renderá $15x_1$ (não há desconto, nem custo fixo)
2. **Aditividade:** Se necessitamos de 2 toneladas de matéria prima 1 para produzir 1 tonelada de HI-Fosfato e 1 tonelada de matéria prima 2 para produzir x_1 tonelada de LO-Fosfato então $2x_1 + x_2$ toneladas da matéria prima 1 são necessárias para se produzir x_1 toneladas de HI-Fosfato e x_2 toneladas de LO-Fosfato.
3. **Não-Integralidade da Solução:** As variáveis do modelo podem assumir qualquer valor real no seu intervalo de variação
4. **Determinística:** Os parâmetros do problema são conhecidos, isto é, não são determinados por probabilidade.

Neste caso, temos apenas quatro hipóteses, já em um problema de grande escala, podemos ter um número muito grande de hipóteses, sendo assim, geralmente tratamos essas hipóteses através de procedimentos contidos na etapa de *Consistência dos Dados*, pois caso alguma hipótese seja quebrada por falta ou desconexão de dados, os procedimentos de consistência facilitam na identificação da quebra e garantem a factibilidade do problema em questão.

Neste caso, podemos classificar os dados de entrada como:

- **Dados mestres:** Quantidade de matéria prima necessárias para a produção de x_1 e x_2 ;
- **Dados transacionais:** Disponibilidade de matéria prima e lucro líquido.

Para implementação de um modelo matemático de otimização linear, optamos pelo uso da plataforma AIMMS - Advanced Integrated Multidimensional Modeling Software [2], pela facilidade no desenvolvimento da interface do modelo com o usuário, gerando um ambiente com diversas aplicações funcionais que facilitam sua utilização por pessoas leigas. O AIMMS além de possuir uma facilidade no desenvolvimento de métodos matemáticos, ele também combina ferramentas úteis de desenvolvimento, tais como: o explorador de modelos num ambiente gráfico para se construir e manter aplicações de modelagem complexa; os métodos de solução exata; os procedimentos que permitem interagir com as linguagens C, C++, Fortran e ferramentas de interface com as bases de dados através de ODBC/OLE DB.

Com um sistema de notação de índices, o sistema AIMMS, permite expressar cálculos complexos de problemas reais de uma forma compacta, sem a preocupação com o gerenciamento da memória ou considerações de estocagem de dados. Também utilizando esta notação, as restrições simbólicas podem ser formuladas de maneira simples. Com

apenas uma simples declaração, um modelo de otimização pode ser transferido para o solver e resolvido por ferramentas, tais como CPLEX, XA, CONOPT e XPRESS [6].

Integração de Dados

Como parte fundamental do funcionamento do sistema, o AIMMS pode ser integrado a diversos tipos de base de dados através de ODBC/OLE DB.

Neste projeto, optamos pelo uso da base de dados SQL, gerando uma facilidade na aquisição e manipulação dos dados. Através de um conjunto de procedimentos, os dados de entrada do sistema podem ser atualizados e modificados facilmente.

Após a otimização ser realizada, os dados também podem ser exportados para a base de dados com facilidade, o que facilita a interpretação do usuário com os resultados.

Conclusão

Conforme o avanço da ciência e da tecnologia, as indústrias se tornam cada vez mais competitivas e necessitam de técnicas de otimização para melhorarem seus processos e planejamentos. Combinando algoritmos de Pesquisa Operacional e Otimização Linear, ferramentas de fácil usabilidade e metodologia de desenvolvimento ágil, é possível criar sistemas que descrevem diferentes processos da indústria e obter resultados ótimos da otimização.

Referências

- [1] ARENALES, M.; ARMENTANO, V., MORABITO, R.; YANASSE, H. Pesquisa Operacional. Editora Campus/Elsevier, Rio de Janeiro: 2006.
- [2] BISSCHOP, J.; ROELOFS, M. AIMMS - Optimization Modeling . Publication: AIMMS - Language Reference, Lulu.com ©2006.
- [3] Tutorial AIMMS Disponibilizado pelo Prof. Antonio Carlos Moretti - IMECC
https://www.ime.unicamp.br/~moretti/aimms/AIMMS_Tutorial_1.pdf
- [4] AIMMS Tutorial for Beginners -
https://download.aimms.com/aimms/download/references/AIMMS_tutorial_beginner.pdf
- [5] AIMMS Tutorial for Professionals -
https://download.aimms.com/aimms/download/references/AIMMS_tutorial_professional.pdf
- [6] IGNACIO, A. A. V.; FERREIRA FILHO, V. J. M.. Seção de Software: o uso de software de modelagem AIMMS na solução de problemas de programação matemática. Pesqui. Oper., Rio de Janeiro , v. 24, n. 1, p. 197-210, Apr. 2004.