

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

UM GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE APLICAÇÕES BASEADAS EM
SERVIÇOS DE LOCALIZAÇÃO UTILIZANDO COMUNICAÇÃO
ASSÍNCRONA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

Bolsista: Richard Lima Lopes

MANAUS

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB – E – 0024/2010

UM GUIA PARA A CONSTRUÇÃO DE APLICAÇÕES BASEADAS EM
SERVIÇOS DE LOCALIZAÇÃO UTILIZANDO COMUNICAÇÃO
ASSÍNCRONA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

Bolsista: Richard Lima Lopes, CNPq

Orientador: Prof. Dr. César Augusto Viana Melo

MANAUS

2011

RESUMO DO RELATÓRIO

Estratégias de melhor utilização do sistema GPS em aplicações móveis devem levar em consideração os obstáculos existentes pela degradação de sinal do GPS; das dificuldades encontradas quando se usa comunicação assíncrona como forma de comunicação entre a aplicação móvel que utiliza do sistema GPS e do servidor que recebe e processa as coordenadas; e a própria dinâmica de mobilidade do dispositivo que está sujeito a muitas variações de velocidade em espaços de tempo, também, variados.

Considerando esses fatores, o intervalo de requisições de posições foi trabalho de forma a se adequar corretamente às variações atuais de velocidade: aumentando quando detectada redução de velocidade, a fim de ignorar coordenadas muito próximas, pois estas não representam posições significativas na estipulação de um percurso, por exemplo; diminuindo quando detectada aumento de velocidade, a fim de acompanhar o dispositivo que, a partir do momento da detecção, está se deslocando mais rápido.

Observou-se que a dinâmica pode trazer consigo um aumento constante do intervalo de tempo, ocasionando em perda de eficiência do sistema, coordenadas que não refletem o percurso do móvel, de fato. Para isso, estratégias de contorno foram definidas. Um método estatístico que ameniza os picos e vales pelo quais a velocidade retorna. Também uma sub-rotina foi desenvolvida quando um intervalo, definido máximo, for atingindo. Sub-rotina simples que faz requisições em intervalos exponenciais fixos, com intuito de detectar movimentação crescente do dispositivo móvel.

SUMÁRIO

RESUMO DO RELATÓRIO	3
SUMÁRIO	4
INTRODUÇÃO	5
6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
6.1 GPS.....	7
6.2 Comunicação Assíncrona.....	7
6.3 Ferramentas e dispositivos utilizados	8
7. MÉTODOS UTILIZADOS.....	9
7.1 Cliente e Servidor	9
7.2 Coletas.....	10
8. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	11
8.1 Um algoritmo adaptativo para monitoramento usando GPS e SMS (AGPSMS)	11
8.2 Avaliação do algoritmo AGPSMS em cenário teórico	13
8.3 Avaliação do algoritmo AGPSMS em cenário real	15
8.4 Controle sobre o aumento excessivo do intervalo de requisições	16
8.4.1 Média Móvel Exponencial	16
8.4.2 Intervalo Máximo	18
8.4.3 Considerações e resultados numéricos.....	19
9. CONCLUSÕES.....	21
10. FONTES E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
11. CRONOGRAMA EXECUTADO	23

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de aplicações utilizando comunicação assíncrona e serviços de localização, na área de dispositivos móveis, traz consigo fatores que dificultam sua concretização e, até mesmo, sua popularização. A criação de um guia que relate a existência de tais fatores é um ponto chave para a ascensão destas tecnologias tanto a desenvolvedores quanto a usuários.

A dinâmica de uma comunicação assíncrona – que, entre outras características, não garante que a mesma ordem de envio das mensagens seja preservada em seu recebimento – ou a dinâmica de serviços de localização – que nem sempre estão disponíveis no momento da solicitação, por obstáculos existentes, esses, são fatores que precisam ser considerados no desenvolvimento de aplicações que se utilizem tanto de comunicação assíncrona quanto dos serviços de localização. Para isso, estes fatores estão sendo estudados e relatados, e estratégias de contorno foram propostas para minimizar os mesmos.

Neste relatório aborda-se o desenvolvimento de uma estratégia de uso otimizado do sistema GPS por uma aplicação móvel no contexto de comunicação assíncrona entre cliente e servidor.

Na seção 6 foram descritas as referências as quais foram utilizadas. Na seção 7, as ferramentas utilizadas estão descritas. Na seção 8.1 foi descrita a dinâmica de funcionamento do algoritmo. Algumas considerações também podem ser encontradas na seção 8.1. Aplicações do algoritmo em cenário teórico e real podem ser encontradas

na seção 8.3 e 8.4. Otimizações do algoritmo e os resultados numéricos estão descritos, também, na seção 8.4.

6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

6.1 GPS

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) é um sistema de navegação baseado em satélite, composto de uma rede de 24 satélites colocada em órbita pelo Departamento Norte-Americano de Defesa.

O GPS foi originalmente planejado para aplicações militares, mas a partir de 1980, o governo o disponibilizou para uso civil. GPS trabalha em qualquer condição de tempo, em qualquer lugar no mundo, 24 horas por dia, e não é cobrada nenhuma taxa para o seu uso.

O GPS, assim como todo sistema que utilize de comunicação assíncrona, sofre dos efeitos conhecidos da utilização desse sistema de comunicação. Para mais informações, ver relatório parcial.

6.2 Comunicação Assíncrona

A troca de mensagens em uma comunicação assíncrona não requer que transmissor e destinatário estejam em sincronia, ou seja, o transmissor envia a mensagem e, devido a não-sincronia, o destinatário não recebe a mensagem instantaneamente.

Na comunicação assíncrona **persistente**, ilustrada na Figura 1, uma mensagem que foi enviada para a transmissão é armazenada pelo sistema de comunicação, até que ele entregue-a ao destinatário. A mensagem é armazenada em um servidor de comunicação, até que este entregue-a, com êxito, para o próximo servidor de

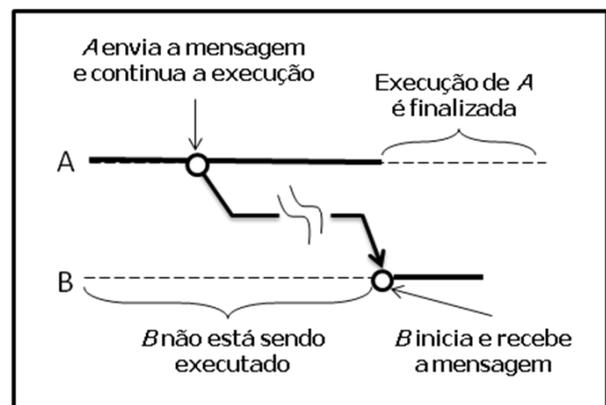


Figura 1: Comunicação Assíncrona Persistente

comunicação. Portanto, não é necessário que o aplicativo de envio continue a execução após o repasse da mensagem ao próximo servidor de comunicação. Da mesma forma, o aplicativo destinatário não precisa estar sendo executado quando a mensagem é enviada.

Várias aplicações fazem uso da comunicação assíncrona, como por exemplo: persistentes – correio eletrônico e *streaming* de áudio/vídeo; temporária – *DNS*. Neste projeto, está sendo utilizando a comunicação através de *Short Message Service (SMS)*, onde existe um transmissor, que redige e envia a mensagem, um ou mais intermediários, que processam e custeiam a mensagem, em seguida encaminham ao destinatário final, caracterizando-se como comunicação assíncrona persistente.

Para mais sobre comunicação assíncrona, ver relatório parcial.

6.3 Ferramentas e dispositivos utilizados

Estão sendo utilizados os seguintes dispositivos e ferramentas durante a realização deste projeto: *Nokia 5800 Xpress Music* – com dispositivo *GPS* e *Wireless* integrados, *Aptana Studio* – no desenvolvimento de aplicações para testes, *Notebook* – para recepção, armazenamento e análise sobre as informações das coordenadas, *Google Maps* – para correção das coordenadas obtidas através do *GPS* em relação ao deslocamento real.

7. MÉTODOS UTILIZADOS

Foram desenvolvidos: uma aplicação móvel, utilizando as tecnologias relatadas no relatório parcial, que utiliza o sistema de posicionamento GPS para obtenção do posicionamento do móvel e um servidor para recepção de dados enviados, via SMS, pela aplicação móvel, que processa e organiza as informações para serem mostradas e utilizadas posteriormente. Em posse de cliente e servidor, coletas foram realizadas com o intuito de estudar e aplicar os resultados encontrados.

7.1 Cliente e Servidor

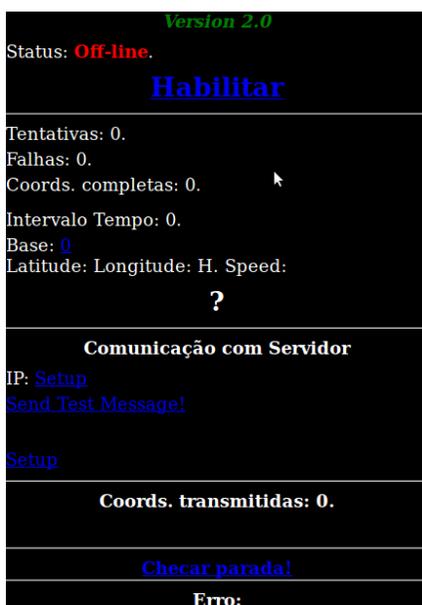


Figura 2: Interface da aplicação cliente

O cliente tem por objetivo básico: coletar as informações sobre as posições do móvel e repassá-las ao servidor. Essas informações podem ser filtradas pela alteração no intervalo de requisição, que pode ser alterado na própria interface da aplicação cliente.

Além disso, através da interface também é possível, visualizar informações sobre o deslocamento do veículo, operações realizadas no intervalo de tempo, definição manual de um intervalo mínimo, definição do servidor de recepção de dados, controle e informações sobre o uso do GPS e número de coordenadas transmitidas ao servidor.

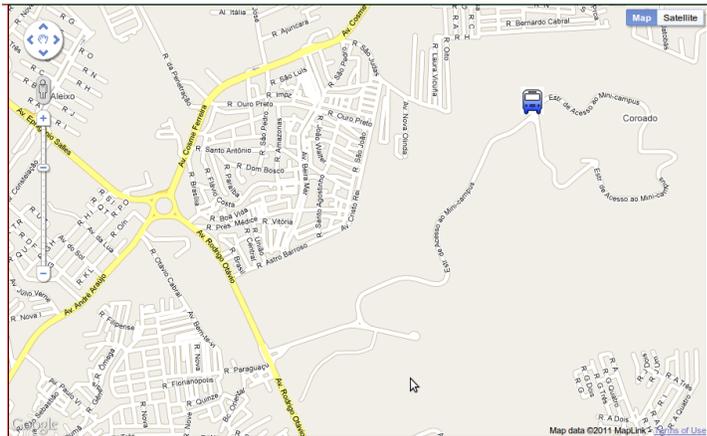


Figura 3: Interface da aplicação servidora

O servidor recebe os dados transportados por SMS enviados pela aplicação cliente, armazenando-os, para estudos, e exibindo-os dados, utilizando a *API* do *Google Maps*, para acompanhamento dispositivo quanto ao seu

deslocamento.

7.2 Coletas

Com esta ferramenta foram feitas coletas de posições no decorrer de percursos realizadas em cenários distintos, sendo eles:

- **Cenário livre:** Um cenário de livre tráfego, com poucas reduções de velocidade, altas taxas de velocidades em períodos constantes. O percurso teve duração de 40 minutos, e se deu de 15h40min as 16h00min do dia 5 de fevereiro de 2011. A variação de velocidade deste percurso foi de 0 a 75 km/h, aproximadamente. Esta coleta resultou em 900 coordenadas geográficas.
- **Cenário congestionado:** Um cenário com tráfego intenso, com muitas reduções de velocidades, e baixos valores de velocidades em períodos constantes. Existem momentos onde picos de velocidade ocorreram, mas sem constância. O percurso teve duração de 32 minutos, e se deu de 06h59min as 07h32min horas do dia 27 de abril de 2011. A variação de velocidade deste percurso foi de 0 a 70 km/h, aproximadamente. Esta coleta resultou em 2000 coordenadas geográficas.

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após as coletas obtidas, formalizaram-se as questões sobre a utilização de estratégias de contorno aos obstáculos existentes ao uso do GPS, e outros fatores surgiram no decorrer dessas observações, fatores estes que poderão ser visualizados no decorrer deste tópico.

Como ferramenta de avaliação, um estudo de uma aplicação móvel que utilize GPS foi realizado. Foi constatado que as solicitações são controladas pelo usuário do sistema, ou seja, o usuário desenvolve a dinâmica de solicitação de múltiplas coordenadas ao GPS.

8.1 Um algoritmo adaptativo para monitoramento usando GPS e SMS (AGPSMS)

Nossa proposição se inicia com a seguinte questão: como solicitar coordenadas ao GPS de forma que as posições obtidas não estejam muito próximas — a fim de evitar manipulação de informações semelhantes, que representem lugares próximos ou idênticos — e também não muito distantes — para que seja possível determinar um possível percurso entre as posições — umas das outras?

Para responder essa questão definiu-se uma estratégia de uso do GPS conforme algoritmo apresentado na Figura 4. Tal estratégia é definida de forma adaptativa, baseada na velocidade com que o móvel se desloca.

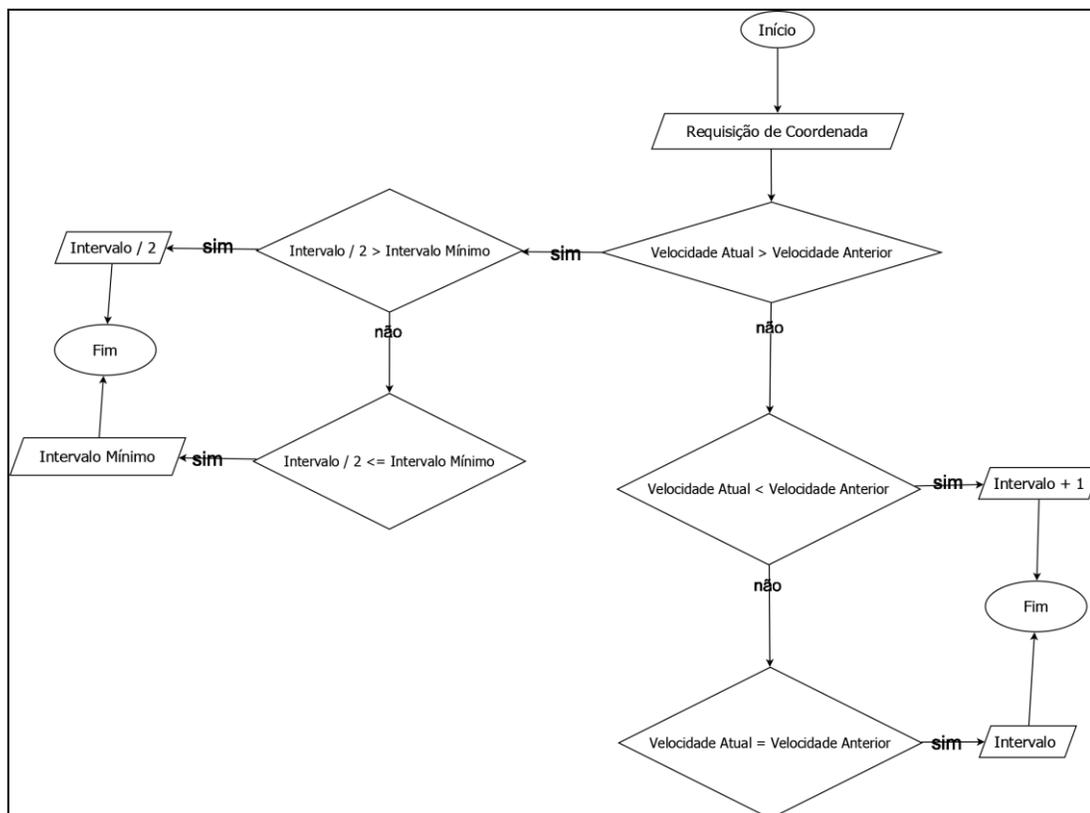


Figura 4: Fluxograma de execução da estratégia proposta

Em um cenário de monitoramento baseado nas posições definidas pelo GPS embarcado em um móvel, *se for considerado um intervalo fixo entre requisições de posições, quanto mais lento o móvel está a se deslocar, mais próximas, as posições estarão, umas das outras, então, para esta situação, no algoritmo proposto aumenta-se unitariamente o intervalo entre as requisições das posições do móvel. No entanto, quanto mais rápido o móvel estiver a se deslocar, mais distantes as posições estarão umas das outras, então, diminui-se pela metade o intervalo de requisições.* Também deve ser considerada a existência de um intervalo mínimo, a fim de evitar perda de posições relevantes e manter um valor válido para o intervalo.

Para que se determinasse um intervalo mínimo aceitável, ou seja, um intervalo que satisfaça as condições das solicitações das posições do móvel de forma relativa ao seu deslocamento, análises foram realizadas com diferentes valores.

Os intervalos analisados foram: 1, 3, 5, 8, 10, 15, 25 segundos, e a análise leva em consideração a quantidade de posições obtidas e o erro em relação às posições reais do móvel. Quanto menor o número de posições obtidas e menor o erro, mais indicado será o uso desse intervalo mínimo. Não somente isso, pois é óbvio que quanto mais coordenadas, mais precisa será a informação da posição do móvel. Entretanto existem fatores que devem ser levados em consideração quando os intervalos forem estipulados, como o uso do sistema GPS em um dispositivo móvel, que o leva rapidamente a esgotar os recursos de energia, custo de comunicação entre um servidor de recepção de dados e o dispositivo. Para este último caso, utilizando do serviço de comunicação assíncrona (SMS), que possui seu próprio intervalo de envio de mensagem. Estes fatores devem ser considerados na escolha de um intervalo apropriado.

Para utilização do intervalo mínimo na aplicação desenvolvida, com uso de mensagens de texto (SMS), foi utilizado o intervalo de 8 segundos devida a constatação de este ser o tempo médio de envio de uma mensagem.

8.2 Avaliação do algoritmo AGPSMS em cenário teórico

Considerando o deslocamento de um móvel qualquer, foram selecionados dois cenários extremos: quando a velocidade de deslocamento do móvel é crescente, e quando é decrescente. Teoricamente, nestes cenários a velocidade do móvel é dada

por funções lineares estritamente crescentes ou decrescentes. Na figura 5 mostram-se a variação de velocidade teórica e a definida pelo algoritmo AGPSMS.

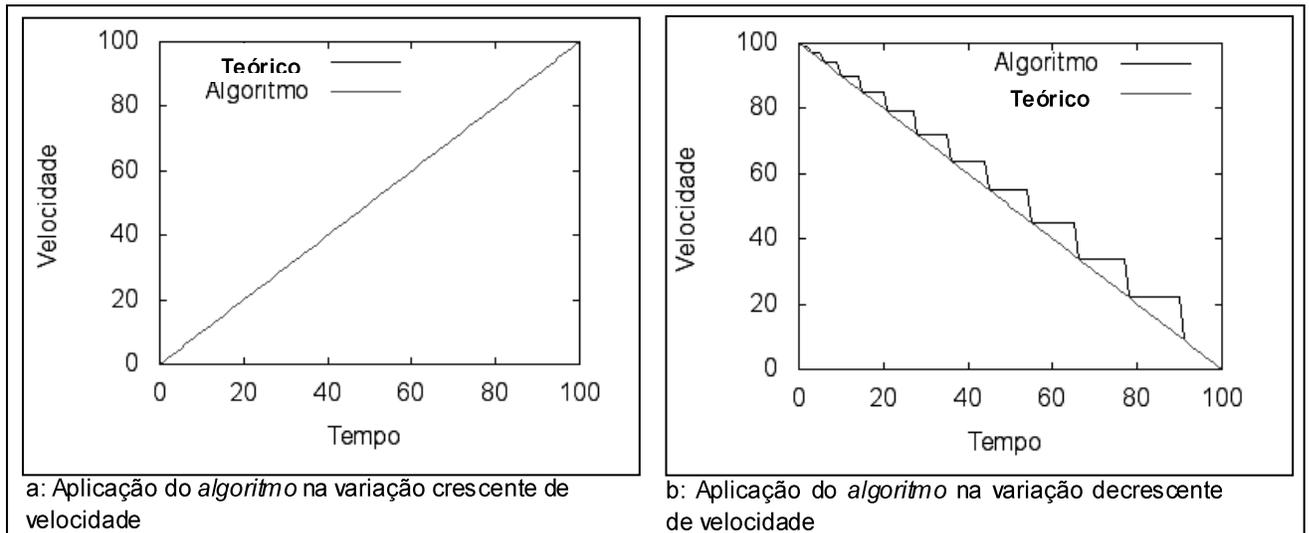


Figura 5: Comportamento do algoritmo AGPSMS em Cenário Teórico

Observa-se que na variação crescente de velocidade, *Figura 5.a*, os valores teóricos e os valores resultantes do algoritmo são iguais. Isso significa que o algoritmo reagiu precisamente, acompanhando todas as variações que ocorreram neste percurso.

Por sua vez, na variação decrescente de velocidade, observada na *Figura 5.b*, o *algoritmo*, aumentando unitariamente os intervalos de requisição para o GPS, ‘saltou’ proporcionalmente à *dinâmica proposta*. Diferente da variação anterior, o algoritmo faz com que a velocidade não seja atualizada durante um intervalo de tempo. Este intervalo é redimensionado à medida que as variações de velocidade são detectadas. Para este caso, o intervalo é sempre crescente, pois a velocidade está decrescendo.

Assim, nota-se que o crescimento do intervalo de tempo é inversamente proporcional ao crescimento da velocidade, em um cenário de velocidade decrescente.

8.3 Avaliação do algoritmo AGPSMS em cenário real

Na prática, as projeções gráficas de velocidades não são, exatamente, lineares, pois existem fatores que degradam a precisão da obtenção da velocidade do móvel, as degradações do sistema GPS, além do que em um percurso normal, o móvel sempre está sujeito a aumento e diminuição de velocidade. Estes dois cenários intercalam-se para formar uma nova projeção que caracteriza as variações a que o deslocamento do móvel está sujeito, como mostrado na Figura 6.

De posse da série que registrou a variação de velocidade, experimentos numéricos foram realizados para determinar o impacto da dinâmica do algoritmo na detecção de mudanças de velocidade em cenário mais realista.

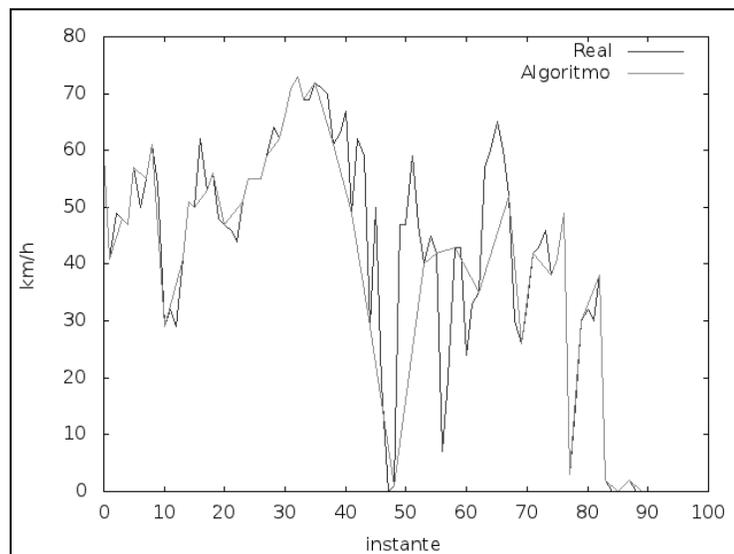


Figura 6: Projeção do percurso real com aplicação do algoritmo

Analisando os resultados, apresentados na Figura 6, verifica-se que ao detectar diminuição de velocidade, o algoritmo aumento o intervalo de requisições, como podemos ver, também, entre os instantes 40 a 50. Nos instantes de 20 a 30, observam-

se alguns trechos de aumento de velocidade onde o algoritmo diminui o intervalo entre requisições.

8.4 Controle sobre o aumento excessivo do intervalo de requisições

Nota-se que quando o móvel fica por um tempo considerável em movimento retardado ou completamente parado, o algoritmo aumenta continuamente o intervalo de tempo, com o objetivo de dar um espaço suficiente para que o móvel re-estabeleça sua atividade. Como mostrado na Figura 6, no intervalo de tempo de 50 a 60, por exemplo, deixa-se de receber informações de aumento ou diminuição de velocidade, o que é um problema uma vez que esse aumento pode prolongar-se de acordo com o aumento do intervalo de requisições.

Para tratar esses eventos foram formuladas duas sub-rotinas de controle: Baseado nos dados anteriormente coletados, propor uma possível variação de velocidade (média móvel exponencial); Estabelecer um limite de crescimento do intervalo de requisições (intervalo máximo).

8.4.1 Média Móvel Exponencial

A primeira proposição parte do princípio que o percurso já efetuado pelo móvel reflete no seu percurso ainda não realizado, ou seja, a partir das informações já coletadas pode-se dizer como será o comportamento do móvel. Pode-se descrever essa situação da seguinte forma: *Supondo um móvel em deslocamento crescente. Em determinado momento sua velocidade reduziu devido a um sinal de trânsito fechado.*

Logo o veículo ficará parado. Mas devido a seu deslocamento crescente anterior ao sinal, a taxa de decrescimento da velocidade será menor que a real.

A Média Móvel Exponencial é uma média que dá mais ênfase aos valores mais recentes, dando pesos maiores a esses valores, e menores aos mais antigos. Os pesos mais antigos caem de forma exponencial, de onde vem o nome da média. Na literatura de estatística essa média pode ser encontrada sob o nome de EWMA, sigla de *Exponentially Weighted Moving Average* (Média Móvel Ponderada Exponencialmente). Como valores mais antigos são "esquecidos" mais rapidamente, a Média Móvel

Exponencial segue mais próxima dos valores reais do que uma Média Aritmética Simples, por exemplo.

Este tipo de fator estatístico pode ser utilizado quando lidando com cenários onde picos e vales ocorrem por diversos motivos, sejam eles pela própria degradação do sinal do GPS, ou pela dinâmica de mobilidade do dispositivo. As altas variações de crescimento ou decrescimento de velocidade não são muito influentes *a priori*, fazendo com o deslocamento do móvel, produzindo pela MME, vá se modelando conforme uma constância na velocidade exercida pelo deslocamento do móvel. Esta dinâmica está esquematizada na Figura 9.

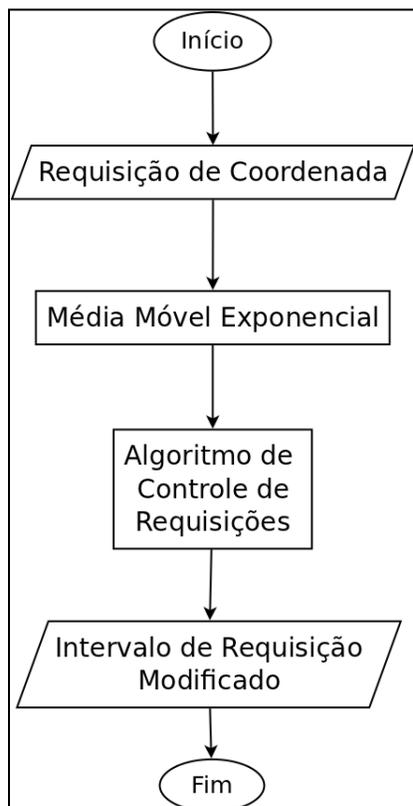


Figura 7: Fluxograma do algoritmo com implementação da MEE

8.4.2 Intervalo Máximo

A segunda proposição, simplesmente, estabelece um limite para o intervalo de requisições. Quando este limite for atingido um novo esquema de requisição de posições é iniciado.

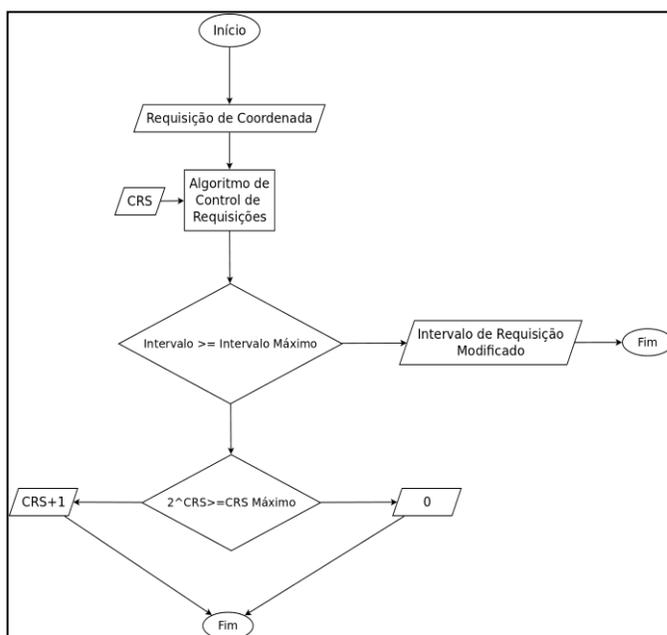


Figura 8: Fluxograma do algoritmo com implementação da dinâmica de intervalos máximos

Algumas considerações devem ser feitas aqui: *CRS*, *Controle de Requisições Secundárias*, é uma entrada que pode alterar diretamente o intervalo de requisição de coordenadas, caso seja diferente de zero. Ele é o fator exponencial do novo intervalo de requisições secundário.

Este novo esquema não se baseia na velocidade de deslocamento do móvel, e sim em valores resultantes de potências de base dois até um *limite ideal*, menor do que o intervalo máximo.

Quando este segundo limite, *CRS Máximo*, for atingido e a velocidade continuar decrescendo, a dinâmica *CRS* é reiniciada, até que se encontre variação crescente de velocidade. Quando esta variação crescente for observada, o uso do algoritmo, *AGPSMS*, descrito na seção 8.1 voltará a ser utilizado.

8.4.3 Considerações e resultados numéricos

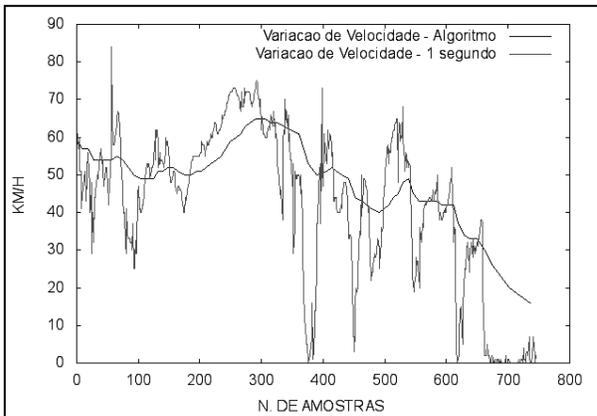


Figura 9: Variação de velocidade com o algoritmo e sem o algoritmo

Alguns cuidados precisam ser tomados ao uso da ferramenta estatística, MME. Primeiro, devemos levar em consideração os efeitos da aplicação desta ferramenta em nossos dados para averiguar se não haverá perda de precisão.

Como mostrado na Figura 9, a diferença entre a velocidade estimada com a MME e a real são quantitativamente diferentes, entretanto o valor estimado é capaz de representar as variações da velocidade. Por exemplo, na Figura 9, do intervalo 200 a 300, verifica-se o comportamento crescente tanto na amostra real quanto na estimada, o mesmo pode ser verificado para o intervalo de 300 a 400, em que se verifica o comportamento decrescente da velocidade.

Para verificar os efeitos da utilização da média nos dados gerados pelo algoritmo AGPSMS, comparou-se a distância percorrida pelo móvel com a distância gerada pela estimativa, conforme mostrada na Figura 10.

Ao fim do percurso, a diferença entre as distâncias é de, aproximadamente, 2km,

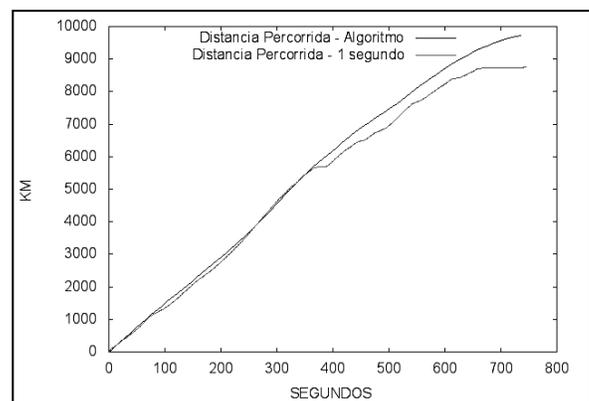


Figura 10: Distância percorrida com o algoritmo e sem o algoritmo.

para um total de 8km percorridos realmente. Isso significa que se for projetado o percurso deste móvel, o algoritmo informaria que o móvel está 2 km a frente do que está realmente.

O uso destas ferramentas se deu em conjunto da ideia de intervalos mínimos, pelo fato de consideramos apenas crescimento e decrescimento e não a proporção destas variações. Pela observação do comportamento da MME, concluiu-se que o intervalo de tempo sem MME varia de forma semelhante à variação de tempo com MME.

9. CONCLUSÕES

Após estes estudos, foi possível observar uma estratégia alternativa para requisições de coordenadas utilizando o sistema GPS. Utilizando intervalos fixos de requisição foram feitas comparações e obtivemos resultados satisfatórios quanto ao uso dessa estratégia, citando a economia de recursos de energia através do menor número de solicitações ao GPS.

O custo da comunicação entre o cliente, que faz as requisições ao GPS, e o servidor, que processa os dados, deve ser levado em consideração na hora de definir os intervalos iniciais. Quaisquer erros na estipulação destes valores poderão levar a sobrecarga da saída de dados, ou imprecisão parcial nas coordenadas recebidas.

Quanto à ferramenta estatística aqui abordada, deve ser ressaltado o caráter experimental desse uso. As estimativas foram geradas através de valores encontrados na literatura de Redes, e através de estudos sobre a influência da troca de constantes que dão peso às coordenadas anteriores e às recentes. Mas seu uso foi interessante e trouxe bons resultados.

10. FONTES E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] **2007**. *GPS Center*. [Online] GPS Center, 2007. <http://www.gpscenter.com.br/>.

Tanenbaum, Andrew S. e Steen, Maarten van. 2002. *Distributed Systems: Principles and Paradigms*. s.l. : Prentice Hall, 2002.

KUROSE, J. F. ; ROSS, K. W. Redes de Computadores e a Internet: uma nova abordagem. Tradução de Arlete Simille Marques. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

