

Análise de Inconsistências Espaço-temporais entre Trajetórias e Tarefas Planejadas ou Relatadas

Felipe Pinto da Silva, Renato Fileto

Departamento de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina
(UFSC) Caixa Postal 476 – 88040-900 – Florianópolis – SC – Brasil

fpsilva98@gmail.com, fileto@ufsc.br

***Abstract.** Several studies try to infer what happened with a moving object over a trajectory, but generally without using user' reports or data relating to planned tasks. This work proposes to analyze spatiotemporal inconsistencies between trajectories of moving objects and planned or reported tasks using three data sources: the trajectories of moving objects (automatically collected by GPS); User reports (spatiotemporal points that identify start and end of task execution) and data planned tasks (duration and place of execution). We are currently implementing the proposal and preparing experiments with real data provided by a company specialized in services related to water supply.*

***Resumo.** Vários trabalhos tentam inferir o que ocorreu com um objeto móvel em uma trajetória, mas geralmente sem utilizar relatos do usuário ou dados de tarefas planejadas. Este trabalho propõe analisar inconsistências espaço-temporais entre trajetórias de objetos móveis e tarefas planejadas ou relatadas, utilizando três fontes de dados: as trajetórias dos objetos móveis (coletada por GPS); Relatos dos usuários (pontos espaço-temporais identificam início e fim de execução da tarefa) e dados de tarefas planejadas (tempo de duração e local de execução). Atualmente, estamos implementando a proposta e preparando experimentos com dados reais fornecidos por uma empresa especializada em serviços relacionados com suprimento de água.*

1. Introdução

Trajetórias de objetos móveis têm sido exploradas em estudos e experimentos sobre objetos móveis (pessoas, veículos, animais, etc.), principalmente após a popularização de dispositivos móveis como os *smartphones*. Estes dispositivos, frequentemente munidos de equipamentos de localização geográfica (GPS, GSM), capturam sua localização geográfica a cada momento. As trajetórias brutas coletadas por tais dispositivos, geralmente, consistem de pontos espaço-temporais (amostras de sua posição) ordenados temporalmente [Parent et al. 2012].

A análise de trajetórias visa obter informações relevantes, como locais de interesse e episódios (e.g., STOPS e MOVES) [Alvares (2007)]. Um episódio é uma subsequência maximal de pontos de uma trajetória que satisfaz um predicado [Mountain and Raper 2001]. Um *Stop* é um tipo de episódio definido por um predicado espacial (e.g., pontos da subtrajetória dentro de um local ou com distância máxima entre eles dentro de certos limites) e/ou temporal (tempo transcorrido entre o primeiro e o último ponto da subtrajetória menor que um valor limite dado).

A análise de trajetórias pode também identificar a realização de tarefas do agente que porta o dispositivo móvel. Segundo Huang, Li e Yue (2010), uma tarefa é composta pela localização da sua execução, instante inicial, duração e propósito. Desta forma, os autores identificam uma atividade e a definem de acordo com o tipo do local onde a atividade é realizada. Já Clark e Doherty (2008) identificam as tarefas e focam no escalonamento realizado pelo objeto móvel. Em ambos os casos não há utilização de dados relatados pelo agente executor da tarefa.

Dispositivos móveis, além de fornecerem histórico de localização, permitem que aplicativos colem relatos dos usuários que podem conter informações como posição geográfica e instante de início e fim de execução de tarefas, etc. Estabelecendo alguns critérios, como sobreposição espaçotemporal, é possível correlacionar os relatos de um usuário com a tarefa planejada, permitindo a identificação e a análise de inconsistências entre o que foi relatado pelo usuário e o que foi planejado.

Este artigo propõe um método computacional para detectar e classificar inconsistências espaçotemporais entre trajetórias e tarefas planejadas e/ou relatadas. O método faz uso de três fontes de dados: trajetórias brutas dos objetos móveis, dados relacionados às tarefas e os relatos dos usuários. O método proposto confronta os dados espaçotemporais das tarefas planejadas com a trajetória e os relatos do objeto móvel. Para auxiliar na inferência, os casos são classificados de acordo com uma proposta também apresentada neste trabalho.

A proposta está em fase de implementação e sua validação será realizada em um banco de dados cedido por uma empresa que fornece software para acompanhamento de serviços de manutenção de redes de água e leitura manual de consumo mensal. As equipes se movimentam no espaço geográfico usando dispositivos móveis que colem suas trajetórias e relatos da realização de tarefas previamente planejadas.

O restante deste artigo está organizado como descrito a seguir. A seção 2 apresenta conceitos básicos necessários à compreensão do problema tratado e da solução proposta no artigo. A seção 3 descreve a abordagem proposta. A seção 4 descreve um estudo de caso e experimentos preliminares. A seção 5 discute alguns trabalhos relacionados. Finalmente, a seção 6 conclui o artigo e revela trabalhos futuros.

2. Fundamentos

Uma das fontes de dados utilizada pelo método proposto é a trajetória bruta do usuário. A partir desta será criada a trajetória estruturada, contendo os episódios *stops*, conforme as definições apresentadas a seguir, adaptadas de [Yan et al. 2013].

Definição 1: Uma **trajetória bruta** é uma sequência temporalmente ordenada $T_b = p_1, p_2, \dots, p_n$ de amostras de pontos espaçotemporais coletados de um objeto em movimento. Cada ponto p_i tem a forma (x_i, y_i, t_i) , onde x_i, y_i são coordenadas geográficas e t_i é um instante de tempo.

Definição 2: Um **episódio** é uma subsequência de trajetória bruta (subtrajetória) $E = p_{inicial}, \dots, p_{final}$ ($1 \leq inicial \leq final \leq n$) que satisfaz um dado predicado e é maximal em termos do seu número de pontos.

Definição 3: Uma **trajetória estruturada** é uma sequência temporalmente ordenada de episódios $T_e = E_1, E_2, \dots, E_m$ não aninhados.

Uma tarefa é composta de sua localização, instante inicial, duração e propósito [Huang, Li e Yue 2010]. Entretanto, o método proposto não se limita a um cronograma temporalmente rígido, i.e., não interessa o instante em que uma tarefa deve começar e sim o tempo mínimo e máximo de duração. O propósito de execução de uma tarefa fica definido em uma estrutura de chave-valor auxiliar denominado tipo de tarefa.

Além disso, cada tarefa é executada por um agente, que porta um dispositivo móvel (e.g., indivíduo, grupo, veículo) durante certo período de tempo. O agente se locomove em uma determinada região geográfica a fim de executar uma série de tarefas previamente planejadas.

Definição 4: Uma **tarefa planejada** é um tupla $\tau = (id_tarefa, x, y, qt_minutos_minimo, qt_minutos_maximo, id_tipo_tarefa, id_agente)$, onde id_tarefa é a chave primária da entidade, x e y são coordenadas geográficas, $qt_minutos_minimo$ e $qt_minutos_maximo$ representam o tempo mínimo e máximo planejado para a execução da tarefa, id_tipo_tarefa representa o tipo de tarefa e id_agente o identificador do agente que deve executar a tarefa. As tarefas planejadas são mantidas no conjunto $\mathbf{C} = \{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n\}$.

Um agente pode, então, relatar o início e fim da execução de uma tarefa a qualquer momento e fornecer informações expressivas para a análise de inconsistências.

Definição 5: Um relato de tarefa \mathbf{R} é uma tupla: $(id_relato, dt_instante_inicio, dt_instante_fim, x, y, id_agente, id_tarefa)$, onde id_relato é a chave primária da entidade, $dt_instante_inicio$ e $dt_instante_fim$ representam o instante do início e fim da execução da tarefa, segundo o agente, x e y são coordenadas do local onde o relato foi realizado, id_agente é o identificador do agente e id_tarefa representa o identificador da tarefa planejada. Os relatos do usuário são armazenados no conjunto $\mathbf{O} = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$.

3. Proposta

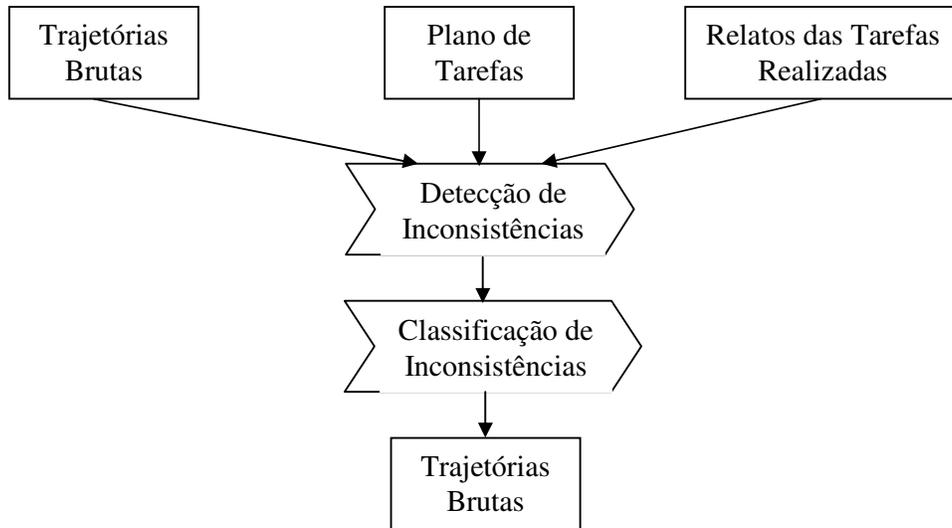
Esta seção descreve o método proposto para analisar inconsistências espaçotemporais entre trajetórias e tarefas planejadas ou relatadas. A seção 3.1 descreve a modelagem do método e as seções 3.2 e 3.3 detalham os processos de detecção e classificação.

3.1. Visão Geral do Processo Proposto

A Figura 1 apresenta a visão geral do processo para *Análise de Inconsistências* entre trajetórias e tarefas planejadas e/ou relatadas. As entradas deste processo são: as *Trajetoórias Estruturadas* (Definição 3), o *Conjunto de Tarefas Planejadas* (Definição 4) e o *Conjunto de Relatos de todos os agentes* (Definição 5). As saídas são as *Inconsistências Classificadas*. O processo é dividido em duas etapas, sendo: (i) *Detecção de Inconsistências*, consiste em determinar quais são inconsistências espaciais e temporais das trajetórias em relação ao que foi planejado e relatado e (ii) *Classificação das Inconsistências*, classifica as inconsistências retornadas pela etapa anterior de

acordo com o tipo de desvio no tempo e no espaço. Essas duas etapas do método proposto são descritas em detalhes nas seções 3.2 e 3.3, respectivamente.

Figura 1. Processo proposto



3.2. Detecção de Inconsistências

A primeira etapa do método proposto consiste em relacionar cada tarefa τ a um ou mais episódios do tipo *stop* e ao seu respectivo relato \mathbf{R} . Como definido na seção 2, um relato é composto pelo identificador da tarefa a qual se refere. Já para encontrar *stops* de uma tarefa o método utiliza a distância geodésica entre as coordenadas geográficas de τ com cada episódio \mathbf{S} da trajetória estruturada. Quando a distância for inferior ao *threshold* definido em metros pelo usuário, o método correlaciona o *stop* aquela tarefa e posteriormente classificados. Os *stops* que não foram relacionados a nenhuma tarefa também são classificados. A seguir o pseudocódigo utilizado pelo método para a detecção de *stops* e relatos de cada tarefa.

Algoritmo 1: Detecção de Inconsistências

Entradas: Trajetórias Estruturadas, Relatos dos Usuários, Conjunto de Tarefas Planejadas e Threshold

Saídas: Casos para serem classificados

```

Para cada tarefa  $\tau \in \mathbf{C}$  {
  Para cada stop  $\mathbf{S}$  da trajetória estruturada  $\mathbf{T}_e$  {
    Se ( $\text{distancia}(\tau, \mathbf{S}) < \text{threshold}$ ) {
       $\tau \rightarrow \text{listaStop.adiciona}(\mathbf{S});$ 
       $\mathbf{S} \rightarrow \text{listaTarefas.adiciona}(\tau);$ 
    }
  }
   $\mathbf{R}' = \text{nulo};$ 
  Para cada relato  $\mathbf{R}$  dos relatos de agentes {
    Se ( $\mathbf{R} \rightarrow \tau == \tau$ ) {
       $\mathbf{R}' = \mathbf{R};$ 
    }
  }
  classificar( $\tau, \mathbf{R}', \tau \rightarrow \text{listaStop}$ );
}
  
```

```

Para cada stop S da trajetória estruturada Te {
  Se (ehVazia(S->listaTarefas)) {
    classificar(nulo, nulo, S);
  }
}

```

Todas as tarefas são classificadas, mesmo que não possua relato ou *stop*, pois o método supõe que seja uma tarefa não realizada e assim será classificada. O método também classifica os *stops* que não foram relacionados a uma tarefa do plano de tarefas, neste caso, o método supõe que seja um período de ociosidade do agente.

3.3. Classificação das Inconsistências

A classificação das inconsistências detectadas leva em consideração os valores espaciais e temporais de cada fonte de dados (Tarefa Planejada, *Stop* e Relato). Os dados espaçotemporais de cada tarefa planejada são usados como valores de referência para a classificação das inconsistências. Entretanto, há situações onde os dados de duas fontes estão ausentes (e.g. tarefa prevista, mas não relatada e não realizada). A Tabela 2 sugere a classificação quando só há dados sobre uma tarefa de apenas uma fonte.

Tabela 2. Classificação com apenas uma fonte de dado

Caso	Único dado presente	Classificação
1	Tarefa planejada	Tarefa não realizada
2	Episódio <i>Stop</i> na trajetória	Fuga do trabalho/ociosidade
3	Relato da tarefa	Fraude ou erro

O primeiro caso refere-se a uma tarefa planejada que não possui relato de execução e *stop*. O segundo caso se trata de um *stop* que, durante o processo de detecção, não foi relacionado a nenhuma tarefa planejada. Já o terceiro caso ilustra uma situação impossível, já que, segundo o que foi previamente definido, um relato deve pertencer a uma tarefa, garantido por uma associação de composição.

Há casos onde uma tarefa não teve relato, somente um *stop*. A tabela 3 apresenta a classificação para um cenário com as fontes de dados: Tarefa planejada e *Stop*.

Tabela 3. Classificação com duas fontes de dados (planejado e stops)

Caso	Local do <i>Stop</i>	Duração do <i>Stop</i>	Classificação
4	Próximo ao local planejado	Entre o intervalo mínimo e máximo	Esquecimento de relato
5	Próximo ao local planejado	Superior ao máximo planejado	Esquecimento de relato com tempo de parada superior ao planejado
6	Próximo ao local planejado	Inferior ao mínimo planejado	Esquecimento de relato com tempo de parada inferior ao planejado

Em todos os casos da Tabela 3, o agente não relatou a execução da tarefa, entretanto executou um *stop* próximo ao local planejado. No primeiro caso da tabela, o agente realizou o *stop* por um tempo entre o mínimo e o máximo planejado. Já no quinto e sexto caso o tempo de permanência foi superior e inferior, assim respectivamente. A tabela não contém casos onde o *stop* foi realizado em local diferente do planejado porque a detecção só relaciona as entidades quando o *stop* foi realizado próximo ao local planejado.

Tabela 4. Classificação com duas fontes de dados (planejado e relatado)

Caso	Local Relato	Duração Relatada	Classificação
7	Próximo ao local planejado	Entre o intervalo mínimo e máximo	Fraude
8	Próximo ao local planejado	Superior ao máximo	Fraude + Suspeita de valorização de tempo
9	Próximo ao local planejado	Inferior ao mínimo	Fraude
10	Divergente do local planejado	Entre o intervalo mínimo e máximo	Fraude
11	Divergente do local planejado	Superior ao máximo	Fraude + Suspeita de valorização de tempo
12	Divergente do local planejado	Inferior ao mínimo	Fraude

Nenhum caso da Tabela 4 há *stop* do agente próximo ao local planejado. O sétimo caso se trata de um relato com uma duração e local planejado. Já os dois casos seguintes divergem temporalmente, para mais e para menos, assim respectivamente. Relatos em local divergente estão apresentados nos três casos seguintes. Sendo o décimo com o tempo relatado dentro do intervalo esperado e os dois subsequentes superior ao máximo e inferior ao mínimo, respectivamente.

A Tabela 5 apresenta a classificação dos casos de acordo com as possíveis variações espaçotemporais das três fontes de dados. Lembrando que um *stop* é relacionado a uma tarefa quando o mesmo se encontrar próximo ao local planejado, assim, é impossível ter uma tarefa com um *stop* realizado em local divergente ao planejado no cenário de classificação.

Tabela 5. Classificação com três fontes de dados

Caso	Local Stop	Duração Stop	Local Relato	Duração Relatada	Classificação
13	Próximo ao local planejado	Entre o intervalo planejado	Próximo ao local planejado	Entre o intervalo planejado	Em conformidade
14	Próximo ao local planejado	Entre o intervalo planejado	Próximo ao local planejado	Superior ao máximo	Supervalorização do tempo
15	Próximo ao local planejado	Entre o intervalo planejado	Próximo ao local planejado	Inferior ao mínimo	Erro no relato ou melhor caso
16	Próximo ao local planejado	Entre o intervalo planejado	Divergente do local planejado	Entre o intervalo planejado	Relato Posterior
17	Próximo ao local planejado	Entre o intervalo planejado	Divergente do local planejado	Superior ao máximo	Supervalorização do tempo
18	Próximo ao local planejado	Entre o intervalo planejado	Divergente do local planejado	Inferior ao mínimo	Relato posterior + (erro no relato ou melhor caso)
19	Próximo ao local planejado	Superior ao máximo	Próximo ao local planejado	Entre o intervalo planejado	Pausa (não relatada)

20	Próximo ao local planejado	Inferior ao mínimo	Próximo ao local planejado	Entre o intervalo planejado	Falha na estimativa de tempo e supervalorização do tempo
21	Próximo ao local planejado	Superior ao máximo	Próximo ao local planejado	Superior ao máximo	Falha de estimativa ou pior caso
22	Próximo ao local planejado	Superior ao máximo	Próximo ao local planejado	Inferior ao mínimo	Pausa não relatada + melhor caso
23	Próximo ao local planejado	Inferior ao mínimo	Próximo ao local planejado	Superior ao máximo	Supervalorização do tempo
24	Próximo ao local planejado	Inferior ao mínimo	Próximo ao local planejado	Inferior ao mínimo	Falha de estimativa ou melhor caso
25	Próximo ao local planejado	Superior ao máximo	Divergente do local planejado	Entre o intervalo planejado	Pausa/ociosidade (não relatada)
26	Próximo ao local planejado	Inferior ao mínimo	Divergente do local planejado	Entre o intervalo planejado	Supervalorização do tempo
27	Próximo ao local planejado	Superior ao máximo	Divergente do local planejado	Superior ao máximo	Falha de estimativa ou pior caso
28	Próximo ao local planejado	Superior ao máximo	Divergente do local planejado	Inferior ao mínimo	Pausa no local da tarefa
29	Próximo ao local planejado	Inferior ao mínimo	Divergente do local planejado	Superior ao máximo	Supervalorização do tempo
30	Próximo ao local planejado	Inferior ao mínimo	Divergente do local planejado	Inferior ao mínimo	Falha de estimativa ou melhor caso

Do décimo terceiro caso até o décimo oitavo, o agente executou sempre *stop* no local planejado e com o tempo de duração esperado. O décimo terceiro ilustra a situação onde o relato do usuário coincide espacial e temporalmente com o que foi planejado. Os dois casos seguintes têm divergência temporal para mais e para menos, respectivamente. O décimo sexto possui somente divergência espacial, enquanto seus dois subsequentes possuem divergência espacial e temporal.

Casos onde há apenas divergência temporal do *stop* estão ilustrados no décimo nono e vigésimo caso. Enquanto os casos a partir do vigésimo primeiro até o vigésimo quarto apresentam as combinações de divergência temporal de *stop* e relato em relação ao planejado. O vigésimo quinto e vigésimo sexto descrevem casos onde o relato foi feito em local divergente do planejado e com *stop* realizado em tempo superior e inferior, respectivamente, ao tempo planejado para a tarefa.

A Tabela 5 apresenta situações com relato realizado em local divergente do planejado a partir do vigésimo sétimo caso. Todos eles possuem divergência temporal no relato e no *stop*. Estes casos descrevem as combinações de divergência temporal superior ao máximo e inferior ao mínimo do relato e do *stop*.

4. Estudo de caso

Avaliamos o método de detecção e classificação proposta em experimentos iniciais sobre um banco de dados de uma empresa prestadora de serviço de saneamento, que possui equipes de manutenção para realizar diversos tipos de serviços em uma determinada região geográfica. Cada agente (equipe de manutenção) porta um dispositivo móvel com uma aplicação que lista as tarefas que devem ser executadas e permite que o agente relate o instante de início e término da execução. A aplicação ainda coleta a localização geográfica do dispositivo a cada minuto. Os relatos e as localizações do agente são enviados para um banco de dados na sede da empresa. O banco de dados ainda possui dados de endereço de cada local de execução da tarefa, bem como o tempo padrão para a execução do serviço. O número de registros de pontos espaçotemporais de equipes de manutenção somam pouco mais 900 mil.

4.1. Pré-processamento

Antes de iniciar os experimentos foi necessária a realização do *Geocoding* dos endereços dos locais de execução de tarefas e a transformação das trajetórias brutas de cada equipe em trajetórias estruturadas, com o intuito de obter os *stops* realizados pela equipe. Definiu-se um *stop* como uma subsequência de pelo menos três pontos espaçotemporais, onde todos os pares de pontos têm distância igual ou inferior a 15 metros e diferença temporal de no máximo 6 horas em relação.

4.2. Resultados de Experimentos Preliminares

Os experimentos conduzidos até aqui revelam diversas situações. A Tabela 6 apresenta algumas inconsistências encontradas para a equipe 201 durante o mês de Junho de 2013.

Tabela 6. Situações equipe 201 em Junho/2013.

Exemplo	ID Tarefa	Dia	Tempo Padrão (minutos)	Distância Stop (*)	Duração Stop (minutos)	Distância Relato (*)	Duração Relatada (minutos)
1	438094	05	20 a 30	Não houve	Não houve	428	46
2	439621	13	30 a 60	1,23	102	7,25	14
3	441832	25	20 a 30	6,79	16	6,785	16
4	442639	26	40 a 60	4,9	41	4,821	1
5	-	29	-	-	70	-	-

(*) entre o dispositivo e o local planejado, em metros.

A Tabela 6 contém o identificador da tarefa e o dia do mês em que a tarefa foi executada. A coluna “Tempo Padrão” representa o tempo mínimo e máximo planejado para a execução da tarefa em minutos. A quinta coluna apresenta a distância entre o local do *stop* e o local planejado em metros, já a sexta coluna o tempo de duração do *stop*. A distância entre o local do relato e o local planejado está apresentada na sétima coluna enquanto a coluna seguinte contém a duração da execução da tarefa informada pelo agente. Os exemplos citados foram então classificados de acordo com o método proposto, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7. Classificação das situações.

Exemplo	Classificação	Caso Classificação
1	Fraude + Supervalorização do tempo	11
2	Pausa não relatada + melhor caso	22
3	Falha de estimativa ou melhor caso	24
4	Erro no relato ou melhor caso	15
5	Fuga do trabalho/Ociosidade	2

A classificação proposta tenta inferir o que ocorreu em cada caso. O primeiro caso descreve uma tarefa sem *stop* próximo ao local planejado, mas relatada com um tempo superior ao planejado a mais de 400 metros do local planejado, justificando a suspeita de fraude e supervalorização. Já o quinto exemplo caracteriza um caso de ociosidade uma vez que um *stop* de 70 minutos foi realizado sem nenhum relato.

5. Trabalhos Relacionados

Parent *et al.* (2013) é uma resenha ampla e atual de conceitos e técnicas relacionados a detecção de episódios relevantes e entendimento do comportamento de objetos móveis a partir de suas trajetórias. Somente alguns trabalhos mais específicos propõem soluções para analisar o comportamento dos objetos móveis na realização de atividades.

O processo proposto em Clark e Doherty (2008) compara trajetórias com um cronograma de tarefas planejadas, com o intuito de identificar e entender os motivos dos re-escalamentos das tarefas. Tal processo detecta relocação de tarefas, usando instantes de início e fim previstos para cada uma. Ao final do processo, uma entrevista confirma as relocações das tarefas realizadas.

O método introduzido em Huang, Li e Yue (2010) pressupõe que as atividades realizadas ao longo de uma trajetória ocorrem nos pontos de interesse (POI) onde o objeto móvel permanece estacionado e as classificam de acordo com categorias de POIs previamente cadastrados. Logo, a quantidade e a qualidade dos POIs usados é decisiva na classificação. Entretanto o método pode ser falho, já que um mesmo POI pode ter funções diferentes para pessoas distintas (e.g., lar ou local de execução de um serviço).

Similarmente, o algoritmo apresentado em Furletti *et al.* (2013) identifica tarefas realizadas ao longo de trajetórias, usando POIs extraídos das APIs do Google Places e OpenStreetMap. O algoritmo proposto elege o provável POI associado a cada episódio e então confronta esta informação com diários de viagem preenchidos pelos executores das tarefas. Entretanto, tal algoritmo não usa conhecimento prévio de tarefas planejadas.

Nenhum dos trabalhos citados acima detecta e classifica inconsistências das trajetórias com planejamento e relato de tarefas. O método proposto neste artigo identifica tais inconsistências de acordo com um conhecimento prévio das tarefas que devem ser executadas e considera anotações do agente executor da tarefa para detectar e classificar inconsistências espaçotemporais entre a trajetória do objeto móvel e: (i) o que foi planejado para ser executado; e/ou (ii) o que é relatado pelo agente executor.

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

A análise de trajetórias de objetos móveis vem sendo muito estudada na literatura. No entanto, uma possibilidade ainda pouco explorada é o uso de outras fontes de dados,

como diários e tarefas planejadas para descoberta de informações. Este artigo propõe um método para detectar e classificar inconsistências espacotemporais entre trajetórias de um objeto móvel e tarefas planejadas e/ou relatadas. Suas principais contribuições são um algoritmo para detecção de inconsistências e uma classificação das mesmas. O método proposto enumera e qualifica diversos tipos de inconsistência, funcionando mesmo quando há alguns tipos de ausência de dados (e.g., tarefas não relatadas).

Atualmente, estamos concluindo o desenvolvimento de um protótipo do método proposto e iniciando testes com grandes volumes de dados reais. Os trabalhos futuros incluem: (i) estender o método para avaliar os locais onde há comportamentos suspeitos usando uma base de dados geográfica, tal como o *LinkedGeoData*; (ii) analisar semanticamente as anotações em forma de texto efetuadas por executores de tarefas, visando obter informações adicionais, tais como eventos, ações e intenções.

7. Agradecimento

Este trabalho foi apoiado pelo CNPq.

Referências

- Alvares, L.O., Bogorny, V., Kuijpers, B., Macedo, J.A.F., Moelans, B. and Vaisman, A. (2007). *A model for enriching trajectories with semantic geographical information*. Proc. ACM-GIS, pp. 162–169, New York, NY, USA. ACM Press.
- Bogorny, V., Avancini, H., de Paula, B.L., Kuplish, C.R., And Alvares, L.O. (2011). *Weka-STPM: a Software Architecture and Prototype for Semantic Trajectory Data Mining*. Transactions in GIS, 15:(2) 227-248
- Clark, A. F., Doherty, S. T. (2008) *Use of GPS to automatically track activity re-scheduling decisions*. 8th International Conference on Survey Methods in Transport.
- Furletti, B., Cintia, P., Renso, C., Spinsanti, L. (2013). *Inferring human activities from GPS tracks*. UrbComp '13 Proceedings of the 2nd ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing.
- Huang, L., Li, Q., Yue, Y. (2010). *Activity identification from GPS trajectories using spatial temporal POI's attractiveness*. 2nd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Location Based Social Networks.
- Mountain, D. and Raper, J. (2001). *Modelling human spatio-temporal behaviour: a challenge for location based services*. International Conference on Geocomputation, pages 24–26, Brisbane, Australia
- Parent, C., Spaccapietra, S., Renso, C., Andrienko, G., Andrienko, N., Bogorny, V., Damiani, M. L., Gkoulalas-divanis, A., Macedo, J., Pelekis, N., Theodoridis, Y., and Yan, Z. (2013). *Semantic trajectories modeling and analysis*. ACM Computing Surveys, 45(4).
- Yan, Z., Chakraborty, D., Parent, C., Spaccapietra, S., Aberer, K. (2013) *Semantic trajectories: Mobility data computation and annotation*. ACM TIST 4(3): 49.