

INTERNAL POSITION ERROR CORRECTION

Fábio Demo da Rosa

Universidade Federal de Santa Maria
Pós-Graduação em Ciência da Computação
Disciplina de Robótica Móvel

faberdemo@gmail.com

20 de outubro de 2023

- ① Introdução
- ② Correção de Erros Translacionais
- ③ Experimentos
- ④ Conclusões

- INTERNAL POSITION ERROR CORRECTION (IPEC)
- Contexto de robôs móveis e desafios de dead-reckoning
 - Relevância de robôs em processos de automação industrial ou tarefas repetitivas, elevando a eficiência e precisão;
 - Dificuldades de navegação dos robôs, como deslizamento das rodas e erros acumulativos na estimativa de posição.
- Objetivo do método IPEC
 - Como o IPEC visa corrigir erros na estimativa da posição do robô;
 - Aborda o aprimoramento na estimativa da direção que o robô está apontando.
- Apresentação do veículo CLAPPER como caso de estudo
- O método IPEC realiza os seguintes cálculos uma vez durante cada intervalo de amostragem intervalo de amostragem: Primeiro, os caminhões A e B calculam sua posição e orientação momentâneas com base em no dead-reckoning, conforme figura abaixo:

$$x_{A,i} = x_{A,i-1} + U_{A,i} \cos \theta_{A,i} \quad (1)$$

$$y_{A,i} = y_{A,i-1} + U_{A,i} \sin \theta_{A,i} \quad (2)$$

$$x_{B,i} = x_{B,i-1} + U_{B,i} \cos \theta_{B,i} \quad (3)$$

$$y_{B,i} = y_{B,i-1} + U_{B,i} \sin \theta_{B,i} \quad (4)$$

- **Onde:**

- $x_{A,i}, y_{A,i}$ - Posição do ponto central do caminhão A no instante i .
- $x_{B,i}, y_{B,i}$ - Posição do ponto central do caminhão B no instante i .
- $U_{A,i}, U_{B,i}$ - Deslocamentos incrementais dos pontos centrais dos caminhões A e B durante o último intervalo de amostragem.
- $\theta_{A,i}, \theta_{B,i}$ - Orientações dos caminhões A e B, respectivamente, calculadas a partir do dead-reckoning.

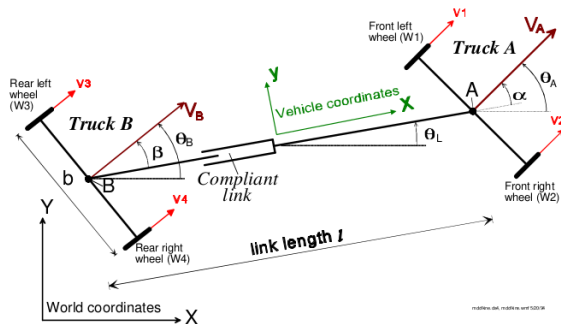


Figure 6: Kinematic definitions for the CLAPPER.

Fonte: (BORENSTEIN, 1995)

Figura 1: Definições cinemáticas para o CLAPPER.

Correção de Erros Translacionais I

- O método IPEC pode detectar apenas erros rotacionais e não erros translacionais.
 - Erros rotacionais são mais graves do que erros translacionais;
 - Erros de orientação causam crescimento ilimitado de erros de posição lateral.
- Existem dois tipos de erros translacionais:
 - Erros puros ocorrem quando ambas as rodas passam por obstáculos de altura similar, e são raros.
 - Erros compostos acontecem quando apenas uma roda passa por um obstáculo, causando um erro translacional e um rotacional.
- O erro de orientação em dead-reckoning normalmente é causado por um encoder reportando uma distância horizontal maior do que a distância real percorrida pela roda,
 - permitindo assim a correção através da rotação corretiva em torno do ponto de contato da roda esquerda.

Correção de Erros Translacionais II

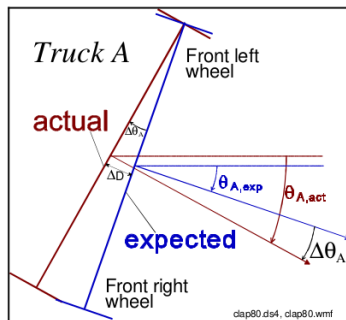


Figure 7: Correcting composite translational errors.

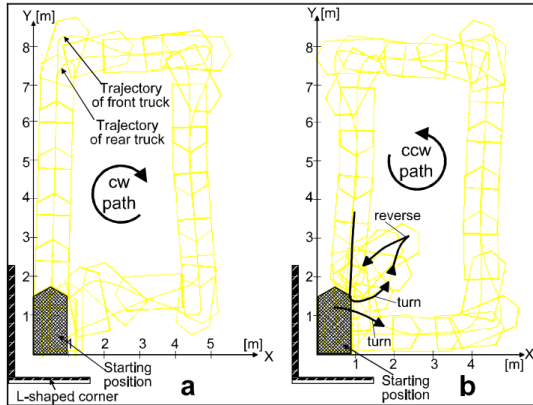
Fonte: (BORENSTEIN, 1995)

Figura 2: Correção de erros translacionais compostos.

Correção de Erros Translacionais III

- A posição acumulada do caminhão B é sempre calculada em relação a A, usando os três codificadores internos. A única desvantagem é a necessidade de medir com precisão a distância entre os caminhões para evitar erros sistemáticos durante as curvas.

O Experimento do Caminho Retangular



Fonte: (BORENSTEIN, 1995)

Figura 4: Rectangular Path Experiment.

- O CLAPPER seguiu um caminho retangular de 7x4 m com curvas suaves de 90 graus, sem parar nos cantos.
- Testes foram feitos em ambas as direções (cw e ccw) para evitar compensação mútua de erros sistemáticos.
- 10 corridas em cada direção, com e sem obstáculos, produziram erros de posição não superiores a 5 cm.
- O método IPEC resultou em uma redução de mais de 20 vezes nos erros de orientação.

- Resumo das contribuições do método IPEC.
 - Eficácia na correção de erros sistemáticos e não-sistemáticos em tempo real;
 - Versatilidade de aplicação em veículos com diferentes graus de liberdade.
- Importância da correção imediata dos erros.
 - Redução significativa do retrabalho;
 - Melhoria considerável na confiabilidade do sistema de navegação.
- Validade do método em diferentes cenários.
 - Aplicação em ambientes industriais;
 - Utilidade em ambientes com irregularidades no solo, como na construção e na agricultura.
- Aplicabilidade Futura do Método IPEC.
 - Extensão para outros tipos de configurações de veículos, como a adição de um reboque codificador não motorizado;
 - Possibilidade de uso em robôs móveis colaborativos mas fisicamente desconectados, equipados com sensores de posição precisos.

BORENSTEIN, Johann. Internal correction of dead-reckoning errors with a dual-drive compliant linkage mobil robot. **Journal of Robotic systems**, Wiley Online Library, v. 12, n. 4, p. 257–273, 1995.

INTERNAL POSITION ERROR CORRECTION

Fábio Demo da Rosa

Universidade Federal de Santa Maria
Pós-Graduação em Ciência da Computação
Disciplina de Robótica Móvel

faberdemo@gmail.com

20 de outubro de 2023