



SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROGRAFIA 2024



“A Hidrografia no contexto da Economia do Mar Brasileiro”

INVERTED ULTRA-SHORT BASELINE (I-USBL): AVANÇOS E IMPLICAÇÕES NO POSICIONAMENTO ACÚSTICO SUBAQUÁTICO

Lucas Henrique Moraes Da Costa.¹; Ítalo Oliveira Ferreira.^{2}*

¹ Universidade Federal de Viçosa; ²Universidade Federal de Viçosa

*lucas.h.costa@ufv.br ; *italo.ferreira@ufv.br

O posicionamento acústico constitui uma ferramenta essencial para operações subaquáticas, onde não é possível utilizar informações obtidas via GNSS diretamente, possibilitando a localização e o rastreamento de veículos e objetos submersos. Atualmente, distinguem-se três métodos principais de posicionamento acústico, a saber: Long Baseline (LBL), Short Baseline (SBL) e Ultra-Short Baseline (USBL), sendo este último o mais prevalente no mercado devido à sua versatilidade e praticidade. Ademais, há contínuos esforços no sentido de desenvolver novos métodos que propiciem maior precisão e confiabilidade, especialmente em ambientes de trabalho ruidosos e em águas profundas. Um desses métodos emergentes é o denominado i-USBL (inverted Ultra-Short Baseline). Neste método, a configuração tradicional do USBL é invertida, posicionando-se o elemento multi-transdutores no objeto de interesse, enquanto o transdutor secundário é instalado em um ponto fixo.

O i-USBL apresenta implicações teóricas e práticas que visam mitigar problemas comuns ao posicionamento USBL convencional, sobretudo no que concerne à interferência de ruídos provenientes da embarcação e à operabilidade com baixa relação sinal-ruído (SNR). O sistema utiliza processamento baseado em diferenças de fase para calcular a posição do objeto, similarmente ao USBL tradicional, visto que as distâncias entre os hidrofones situam-se na ordem de um comprimento de onda (Vickery, K. 1998). O processamento do sinal é feito de forma análoga ao sistema tradicional, utilizando de algoritmos como Transformada discreta de Fourier, Algoritmo dos mínimos quadrados e, diferentemente do USBL tradicional, é utilizada uma técnica chamada de DSSS (Direct-sequence spread spectrum), uma técnica de modulação de espectro originalmente concebida para uso em telecomunicações, que visa reduzir a interferência geral do sinal, aumentando a largura de banda do sinal emitido além da largura original da informação (Sozer *et al.* 2003). Devido à configuração invertida, o posicionamento por i-USBL oferece maior estabilidade e é menos suscetível aos efeitos de multicaminhamento, uma vez que o sinal é emitido em direção à superfície, em vez do leito marinho, como nos outros métodos de posicionamento acústico (Rypkema, N. R.; Schmidt, H. 2019).

Estudos recentes sugerem que o método de posicionamento por USBL invertido reduz o consumo de energia do sistema, dado que é possível emitir o sinal acústico com potências mais baixas, resultando em menor demanda energética e permitindo operações mais longas e econômicas. Além disso, a transmissão com menores potências e o fato de o transdutor principal estar submerso possibilitam a operação em águas mais profundas do que os métodos tradicionais USBL ou SBL, solucionando parcialmente uma das principais limitações desses métodos (Sun. *et al.* 2019).

Com o crescente uso de veículos autônomos subaquáticos (AUVs), desponta uma janela de possibilidades sendo exploradas através do i-USBL para operações com múltiplos AUVs (SUN, D. *et al.* 019). Nesse contexto, um AUV é equipado com o transdutor multi-elementos, atuando como ponto de referência, enquanto os demais veículos são equipados com transdutores simples. Dessa forma, o posicionamento dos AUVs “escravos” é determinado em relação ao AUV “mestre”, que necessita de coordenadas GNSS em tempo real para que todo o sistema seja georreferenciado de maneira precisa. Este posicionamento pode ser realizado a partir de um transdutor fixo em uma boia equipada com receptores GNSS, que captam as coordenadas em tempo real, permitindo o georreferenciamento do sistema como um todo (APOMAB, s.d)

O posicionamento de múltiplos AUVs por i-USBL apresenta vantagens análogas ao funcionamento com um único objeto, principalmente no que tange à furtividade e à praticidade de mobilização e operação do sistema (Sun. *et al.* 2019). Em síntese, o método i-USBL representa uma evolução significativa no campo do posicionamento acústico subaquático, oferecendo aprimoramentos em termos de estabilidade, eficiência energética e capacidade de operação em ambientes desafiadores, consolidando-se como uma alternativa promissora para futuras aplicações submersas. Atualmente existem ainda poucos casos documentados de uso em ambiente industrial. No entanto, o método tem se provado uma alternativa eficaz e especialmente útil em áreas ruidosas, onde os métodos tradicionais enfrentam dificuldades de (Rypkema, N.R; Schmidt, H. 2019). Ainda, é necessário que sejam desenvolvidos sistemas específicos para esse método, para que possa ser utilizado em larga escala da melhor forma possível, no entanto, é indubitavelmente uma alternativa válida para o ambiente e o momento atual das operações subaquáticas.

Palavras-chave: i-USBL; USBL; USBL invertido; Posicionamento acústico; AUV



SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROGRAFIA 2024



"A Hidrografia no contexto da Economia do Mar Brasileiro"

APOMAB. Underwater Acoustic Positioning System. Scientific Manifest, n. 2, 33 p. Disponível em: <https://www.hydro-international.com/files/3fb82f3961d1f9890fc2a475cf56d9ed.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2024.

GUO, H. et al. A robust attitude estimation algorithm for seabed inverted ultra-short baseline. Ocean engineering, v. 280, n. 114534, p. 114534, 2023.

RYPKEMA, N. R.; SCHMIDT, H. Passive inverted ultra-short baseline (piUSBL) localization: An experimental evaluation of accuracy. 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). Anais...IEEE, 2019.

SOZER, E. M. et al. Direct sequence spread spectrum based modem for under water acoustic communication and channel measurements. Oceans '99. MTS/IEEE. Riding the Crest into the 21st Century. Conference and Exhibition. Conference Proceedings (IEEE Cat. No.99CH37008). Anais...IEEE & Marine Technol. Soc, 2003.

SUN, D. et al. Inverted ultra-short baseline signal design for multi-AUV navigation. Applied acoustics, v. 150, p. 5–13, 2019.

VICKERY, K. Acoustic Positioning Systems "A practical Overview of Current Systems", 1998.