

Modelo preditivo de interceptação de defesa aérea

Enzo Zanatta

Ideia:

- Uso do modelo matemático de Dean Wilkening
 - Aplicação em um contexto real e análise
- Criação de um modelo preditivo
 - Prever a probabilidade de interceptação de um ataque

“A Simple Model for Calculating Ballistic Missile Defense Effectiveness”

Por Dean A. Wilkening August 1998, Stanford University, CISAC.

Conceito central:

$$P(x; N, K)$$

Onde:

N: Número total de ogivas atacantes.

K: Probabilidade geral de abater uma única ogiva.

x: Número de ogivas que "vazam" (penetram a defesa).

Objetivo Crítico : Interceptação Total

$$P(0; N, K) = K^N$$

$P(0)$: Para uma defesa nacional, o cenário mais importante é a probabilidade de vazamento zero ($x=0$).

Isso mostra que, para se defender de N ogivas com 99% de certeza, a probabilidade K de abater cada uma delas precisa ser extremamente alta.

A Anatomia da Intercepção - Decompondo a Eficácia K

$$K_j = P_j(track) \times P_j(kill|track)$$

1. $P_j(track)$ – A Probabilidade de Rastreamento

O que é: É a probabilidade de todo o sistema de defesa (sensores, radares, satélites, comando e controle) conseguir detectar, rastrear e classificar corretamente o alvo j.

O Fator Limitante: Wilkening enfatiza que este é o teto de performance de todo o sistema. Se um alvo não for rastreado, ele não pode ser interceptado. Portanto, K_j nunca pode ser maior que $P_j(track)$.

Fatores que Influenciam: Cobertura dos radares, poder do sinal, saturação do sistema por muitos alvos e contramedidas como stealth (tecnologia furtiva) ou jamming (interferência eletrônica).

2. $P_j(kill|track)$ – A Probabilidade de Abate (Dado o Rastreamento)

O que é: Uma vez que o sistema "travou" no alvo, esta é a probabilidade de que os interceptadores disparados de fato o destruam. É a parte do trabalho que cabe ao míssil de defesa.

A Fórmula:

$$P_j(kill|track) = 1 - (1 - k_j)^n$$

As Variáveis do Interceptor:

k_j (SSPK - Single-Shot Kill Probability):

A probabilidade intrínseca de um único interceptor destruir o alvo j . É a medida da "letalidade" do seu míssil de defesa. É afetado por fatores como a velocidade e manobrabilidade do alvo.

n (Número de Disparos):

A quantidade de interceptadores disparados contra cada alvo. Esta é uma escolha de doutrina de disparo.

OBS: Doutrinas de Disparo e o Desafio das Contramedidas

- Problemas em aplicar o modelo num contexto real
- Dataset
- Modelo preditivo
- Código