

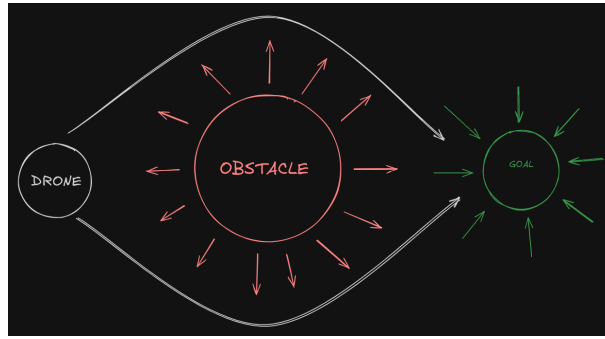
Path Planning and Swarm Control

Muhammad Ridwan Nasir Firdaus

3 Februari 2026

1 Artificial Potential Field

Artificial Potential Field (APF) adalah salah satu metode *path planning* yang membuat robot/drone bergerak ke arah penurunan tercepat (gradien negatif) dari total medan potensial. Metode ini seolah-



Gambar 1: Visualiasi Medan Gaya APF

olah membuat robot/drone bergerak di suatu lingkungan dengan berbagai medan gaya, *obstacle* akan memberi *repulsive force* (gaya dorong) kepada robot dan *goal* akan memberi *attractive force* (gaya tarik) kepada robot. Total dari kedua gaya tersebut akan mengatur bagaimana pergerakan robot. Misal posisi untuk robot adalah $P_r = (x, y)$ dan posisi untuk *goal* adalah $P_g = (x, y)$ dan W_a adalah *Weighting gain*, maka fungsi *attractive potential*-nya didefinisikan sebagai:

$$U_a = W_a * (P_g - P_r)^2$$

Jadi semakin jauh jarak antara robot dengan *goal* maka gaya tariknya akan semakin besar juga. Lalu fungsi *repulsive potential* didefinisikan sebagai berikut:

$$U_{rep} = \begin{cases} \frac{1}{2}\eta \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0} \right)^2, & \rho(q) \leq \rho_0 \\ 0, & \rho(q) > \rho_0 \end{cases}$$

dimana η adalah konstanta bernilai positif, ρ adalah jarak terdekat robot dengan satu *obstacle*, dan ρ_0 adalah jarak terjauh dari satu *obstacle*.

2 UCS vs GBFS vs A*

2.1 UCS

Uniform Cost Search merupakan salah satu algoritma penentuan rute tanpa ada informasi tambahan mengenai tujuan pencarian. Pencarian dilakukan berdasarkan *cost* atau ongkos untuk sampai ke suatu simpul pada graf dan pada algoritma ini simpul dengan *cost* paling rendah akan di-prioritaskan. Kelebihannya adalah algoritma ini pasti mendapat path terpendek dan pasti akan mencapai tujuan (jika ada) dan kekurangannya yaitu berjalan lambat pada graf kompleks dan boros memori.

2.2 Greedy Best First Search

GBFS merupakan salah satu algoritma penentuan rute dengan adanya informasi tambahan mengenai tujuan pencarian. Pencarian dilakukan berdasarkan nilai heuristik suatu simpul pada graf. Nilai heuristik adalah estimasi *cost* dari suatu simpul ke simpul tujuannya. Rute dengan nilai heuristik paling rendah akan dipilih. Kelebihannya yaitu cepat dan cocok untuk *realtime* dan kekurangannya yaitu tidak optimal, bisa *stuck* jika terjadi *local minimum* dan bisa gagal jika nilai heuristik buruk.

2.3 A*

A* merupakan salah satu algoritma penentuan rute dengan adanya informasi tambahan mengenai tujuan pencarian. Konsepnya yaitu menghindari *path* yang sudah mahal selain menggunakan nilai heuristik. Pencarian dilakukan berdasarkan fungsi evaluasi suatu simpul, fungsi evaluasi merupakan penjumlahan antara *cost* untuk sampai ke suatu simpul dengan nilai heuristik untuk sampai ke tujuan. Salah kelebihannya yaitu keoptimalannya dan kekurangannya yaitu konsumsi memory yang cukup tinggi, bergantung pada nilai heuristik, dan lebih kompleks dibanding UCS serta GBFS.

Pustaka

- [1] L. Zhou and W. Li, "Adaptive artificial potential field approach for obstacle avoidance path planning," in *Proc. Seventh Int. Symp. Combinatorial Search (ISCID)*, 2015, pp. 429, IEEE.
- [2] Fanjaya, A. J. P. (2020). "Perbandingan algoritma A*, UCS, dan Greedy Best First Search pada pencarian solusi permainan Words of Wonders menggunakan Regex" (Undergraduate thesis, Institut Teknologi Bandung). Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung.