

# 1 Introdução

Com os enxames de robôs, sistemas multirrobóticos em que robôs fisicamente simples interagem entre si produzindo comportamentos emergentes sem a necessidade de um controle central[1], surgem problemas em como controlar tais robôs. Grandes enxames de robôs com alta capacidade em realizar tarefas podem exibir comportamentos complexos com capacidade de escapar ao entendimento e controle humano. Assim, há a necessidade de estudo de como o operador percebe o sistema e qual seu nível de controle sobre ele caso seja necessário influenciar no comportamento do enxame.

Existem diferentes níveis de automação do robô, podendo ele ir de completamente autônomo a totalmente dependente. Para se adaptar melhor a tarefa e ambiente pode-se mudar o controle sobre o robô e fazer troca de tarefas. A proposta desse projeto é estudar a interação entre humano-enxame quando se tem variação de automação do robô, ou seja, com diferentes graus de interferência no comportamento do mesmo. Para isto, será adotado um problema de transporte de objetos, em que cada robô pode empurrar este objeto até um local desejado, considerando tanto o ambiente quanto a posição do objeto desconhecidos.

## 2 Revisão Bibliográfica

Enxames de robôs podem realizar um conjunto de tarefas realizando ações simples. Alguns métodos têm como origem o estudo de fenômenos físicos. Sugawara et al. [2] propuseram o deslocamento de objetos por um enxame através de convecção granular, um fenômeno em que objetos de pequenas dimensões presentes em uma embalagem conseguem empurrar objetos maiores para o topo quando esta embalagem é chacoalhada. Aplicando uma força repulsiva à posição de destino desejado do objeto e uma força aleatória, os robôs ocupam as demais regiões do ambiente e, por consequência, empurram o objeto para a região desejada (Figura 1). Na figura 1, os círculos azul, verde, vermelho, representam respectivamente, o destino, os agentes e o objeto a ser transportado.

Batista et al. [3] propuseram um método de cobertura de área inspirado em Diagramas Centroidais de Voronoi denominado SLACS (*Sample Lloyd based Area Coverage System*). Através de comunicação e sensoriamento locais, os robôs podem cobrir uma região desconhecida, evitando colisões e procurando manter distâncias entre si (Figura 2). A figura 2 mostra um grupo de agentes representado juntamente com sua relação com CVT.

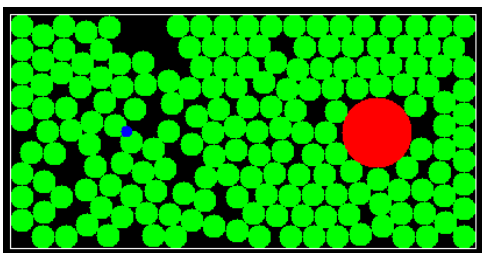


Figura 1: Convecção Granular (Sugawara et al, 2014)

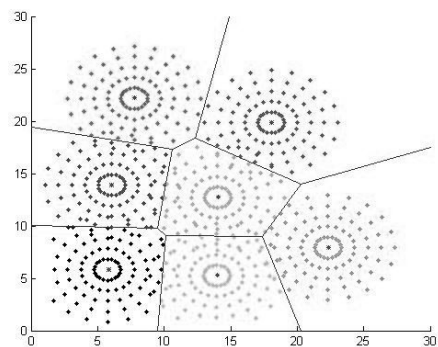


Figura 2: SLACS (Batista et al., 2013).

Sistemas em que uma pessoa pode influenciar robôs que atuam de forma autônoma foram vistos anteriormente em tarefas como robôs de resgate em situações de incêndio [4] e Veículos Aéreos não tripulados (VANTS) de frentes de guerra [5], e seu entendimento poderá melhorar o desempenho e confiabilidade nessas situações e expandir o seu leque de aplicações.

Os métodos de controle são divididos majoritariamente em dois tipos: por meio de seleção

e por meio de *beacons* [6]. Seleção é o método em que há a seleção direta de um agente (pertencente ao enxame ou virtual) ou grupo de agentes e são dados comandos diretos a eles, enquanto *beacons* são estruturas que influenciam o comportamento dos robôs. Esta influência depende, muitas vezes, da distância de cada robô ao *beacon*. Cada método difere em seu nível de controle, raio de controle e tempo de controle.

### 3 Objetivos

Neste projeto, existem dois objetivos principais, que estão divididos nas etapas da tarefa proposta, que é a localização e transporte de um objeto que pode ser identificado pelos robôs em um ambiente desconhecido.

O primeiro objetivo é avaliar como o desempenho dos robôs na etapa de localização do objeto é afetado pela interferência de uma pessoa que sabe a posição do objeto e dispõe de acesso às poses dos robôs e do mapa do ambiente. Será avaliado, em particular, o número de intervenções feitas e o tempo para localizar o objeto em cada caso.

O segundo objetivo é testar o acréscimo do método de cobertura de área SLACS na estratégia de convecção granular. Será testada a hipótese de que o espalhamento estimulado pelo SLACS irá agilizar o deslocamento do objeto se considerado que este deslocamento é feito a partir da aplicação de forças repulsivas por cada robô.

### 4 Metodologia

O projeto será feito e simulado inicialmente na biblioteca multimídia para *python PyGame* [7], utilizando uma interface gráfica amigável ao usuário com controle por mouse e setas do teclado. A interface será inspirada em no grupo Becker et al.[8] que fez jogos de controle de enxames para realizar tarefas para navegador analisando os dados fornecidos em cada jogo realizado para entender melhor o comportamento de enxames.

Utilizando uma interface de usuário centralizada que simula um enxame de robôs descentralizado atuando em um ambiente virtual, o operador controlará os robôs. Cada um destes robôs terá seu próprio raio de comunicação e de sensoramento. Para influenciar a trajetória dos robôs, será utilizada a estratégia de posicionamento de *beacons* apresentada por *Kolling et al.* [6].

A tarefa que o enxame deve cumprir será a de localização e transporte de objetos passivos. A etapa de transporte irá envolver o algoritmo de convecção angular: quando o objeto for encontrado, o agente irá informar os agentes em seu raio de comunicação para que, juntos, tentem mover o objeto através da convecção granular. O objeto será empurrado a partir da aplicação de forças repulsivas cuja intensidade aumentará com a proximidade de cada robô. Será feita a comparação do método original com a adição da regra de cobertura de área do SLACS ao método de convecção granular.

A procura pelo alvo será feita pelo método *SLACS*, de forma que quando encontrado um objeto Considerando que o operador tem uma visão geral do ambiente, a interação Humano-enxame no método *SLACS* será feita por *beacons* virtuais de repulsão ou de atração. A influência dos *beacons* posicionados pelo indivíduo influenciará na etapa de busca pelo objeto no ambiente; o posicionamento adequado no ambiente pode tender os robôs a explorarem em direção ao objeto que precisa ser encontrado se feito de maneira adequada.

Os testes de comparação do transporte do objeto serão feitos, inicialmente, sem a etapa de busca. Os testes de influência de comportamento irão considerar apenas a estratégia de transporte de melhor desempenho.

## 5 Cronograma

O cronograma de atividades, que associa as atividades com os respectivos bimestres, é apresentado abaixo.

Atividades/Divisão Bimestral	2016			2017		
	4º	5º	6º	1º	2º	3º
Revisão bibliográfica						
Implementação das estratégias de deslocamento de objetos						
Implementação das técnicas de influência no enxame						
Realização de experimentos das técnicas de deslocamento						
Teste de impacto da influência do indivíduo no desempenho do enxame						
Escrita de relatório parcial						
Escrita de relatório final						
Escrita de artigos para conferências e simpósios						

## Referências

- [1] Erol Şahin. Swarm robotics: From sources of inspiration to domains of application. In *Swarm robotics*, pages 10–20. Springer, 2004.
- [2] Ken Sugawara, Nikolaus Correll, and Dustin Reishus. Object transportation by granular convection using swarm robots. In *Distributed autonomous robotic systems*, pages 135–147. Springer, 2014.
- [3] Murillo Rehder Batista, Rodrigo Calvo, and Roseli Ap Francelin Romero. A robot on-line area coverage approach based on the probabilistic lloyd method. In *Neural Networks (IJCNN), The 2013 International Joint Conference on*, pages 1–8. IEEE, 2013.
- [4] Benjamin C Hardin. On autonomous multi-agent control in wilderness search and rescue: A mixed initiative approach. 2008.
- [5] Lisa Fern and R Jay Shively. A comparison of varying levels of automation on the supervisory control of multiple uass. *Proceedings of AUVSI's Unmanned Systems North America 2009*, pages 10–13, 2009.
- [6] Andreas Kolling, Steven Nunnally, and Michael Lewis. Towards human control of robot swarms. In *Proceedings of the seventh annual ACM/IEEE international conference on human-robot interaction*, pages 89–96. ACM, 2012.
- [7] Will McGugan. *Beginning game development with Python and Pygame: from novice to professional*. Apress, 2007.
- [8] Aaron Becker, Chris Ertel, and James McLurkin. Crowdsourcing swarm manipulation experiments: A massive online user study with large swarms of simple robots. In *Robotics and Automation (ICRA), 2014 IEEE International Conference on*, pages 2825–2830. IEEE, 2014.