

# IoT時代の経路探索方法 および経路探索システム

豊橋技術科学大学 大学院工学研究科  
情報・知能学専攻

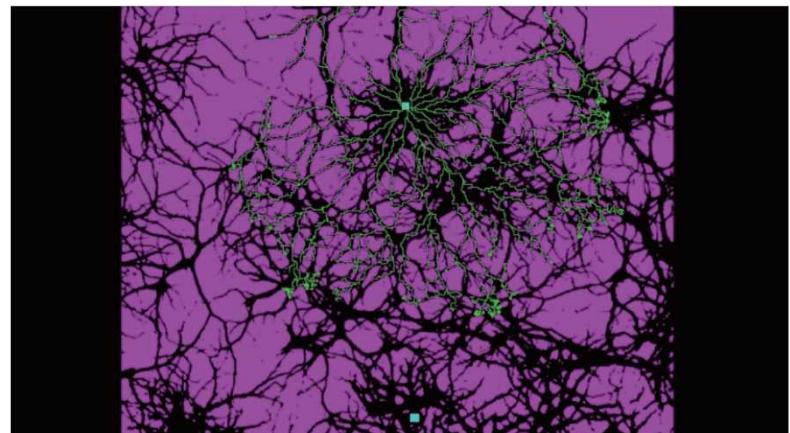
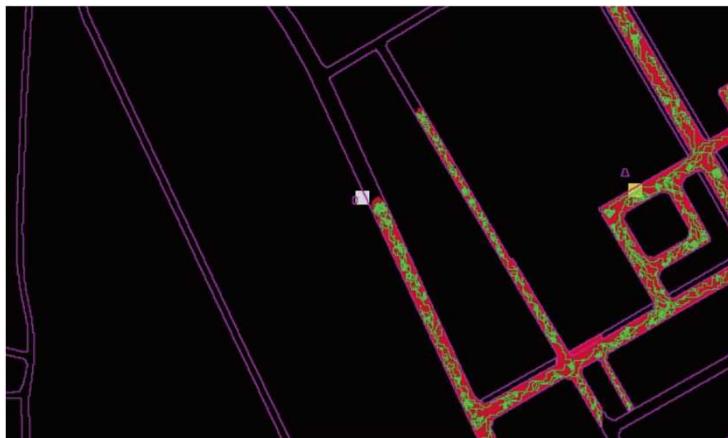
教授 石田好輝

# 新技術の概要

- ・本経路探索アルゴリズムは、L-systemの成長だけでなく収縮のためのルールも付与して探索経路を生成し、**リソース量を評価しながら、画像上で**所望の探索を環境に適合させ、逐次行うものである。
- ・自己相似性に基づいて経路を生成する経路探索方法であって、画像上の環境に適合させ所望の探索を行うことを特徴とするが、探索環境が未知であって経路の評価基準が難しい場合でも**多様な経路**を求めることができる。
- ・**オフライン**でも画像データがあれば経路を求めることができクラウド技術とエッジ技術の双方を取り込むIoT時代のアルゴリズムと言える。

# 想定される用途

- ・ 画像さえあればその上での探索が可能である。
- ・ **オフライン**：ネットへの接続が困難な状況でも、地図画像さえあれば多様な経路検索が可
- ・ **3D用**：3次元用も研究しているため、将来的にドローンの経路設計などに展開することも可能
- ・ **医療画像処理**：神経や血管など、経路と形状が相似なものの探索や染色が可能



# 従来技術とその問題点

従来技術	問題点
Big Data手法	クラウド上等の大きな地図データベースとの通信が必要
A*など探索アルゴリズム	探索の空間、目標状態の分布など探索の環境が未知であったり、探索領域を数学的な関数で記述するのが難しいなどの複雑環境下では適切な評価関数の設定が困難な場合がある。
既存L-system	L-systemでは消滅ルールがないため経路探索に向かず、"画像"情報そのものから直接検索は出来ない。

# 新技術の特徴・従来技術との比較

L-systemを基に、成長及び収縮のルールを付与して経路探索を生成することで、リソース量を評価しながら画像上で探索を行えるようにした。

## 効果

- ・ネットワークに接続されていない環境（端末がオフライン状態）や、地図情報が得られない地域・場所でも画像データから経路を探索できる。
- ・探索環境が未知であったり、リソースに制限がある場合でも経路を求めることが出来る。
- ・自律ロボットによる未知の地点の探索や、血管・神経のリアルタイム検索への応用が期待できる。

# 実用化に向けた課題

- ・高速化やメモリ軽量化にむけて改良
- ・道路形状の複雑性に応じた経路検索を研究
- ・今後、3Dに拡張して、ドローンの経路設計等に展開

# 企業への期待

- ・ドローン制御、自律化の技術をもっている企業との共同研究を希望。
- ・GISの技術をもっている企業との共同研究を希望。
- ・画像処理分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

# L-systemによるコッホ曲線の生成ルール

V(変数) :F

S(定数) :+, -

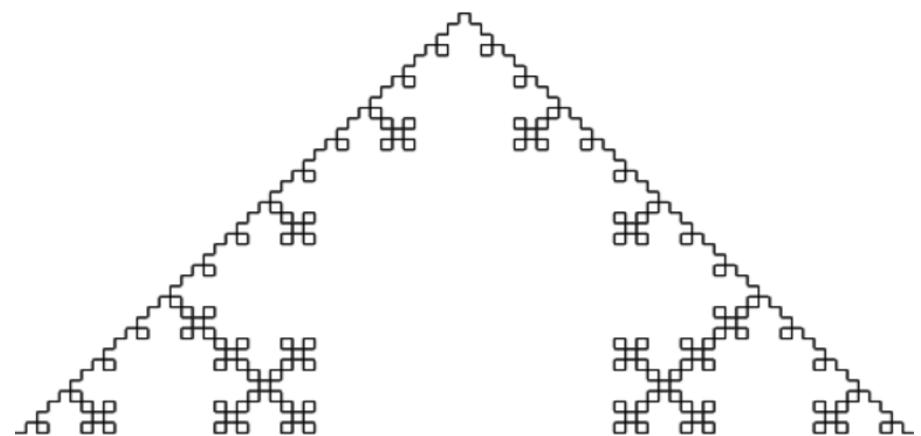
Ω(初期状態) :-F

P(置換規則) :F → F+F-F-F+F

F:向いている方向へ描画

+:右90度を向く

-:左90度を向く



# 拡張L-systemによる 生成・死滅ルール

変数V	:0, 1, 2, 3, d, D
定数S	:[, ], ^
初期状態ω	:0
置換規則	
P1(Pd)	:(0 → d)
P1(Ph)	:(0 → 3 ^1)
P2(Pa)	:(1 → 3 ^1)
P2(1-Pa)	:(1 → 2)
P3(Pb/(Pb+Pc))	:(2 → 3 [0 ]0)
P3(Pc/(Pb+Pc))	:(2 → 3 [1 ]1
^1)	
P4	:(3\$ → d)
P5(Ph)	:(d → 0)
P5(1-Ph)	:(d → D)
P6	:(.D\$ → d)

^ :現在の方向へ生成  
[ :左へ生成  
] :右へ生成

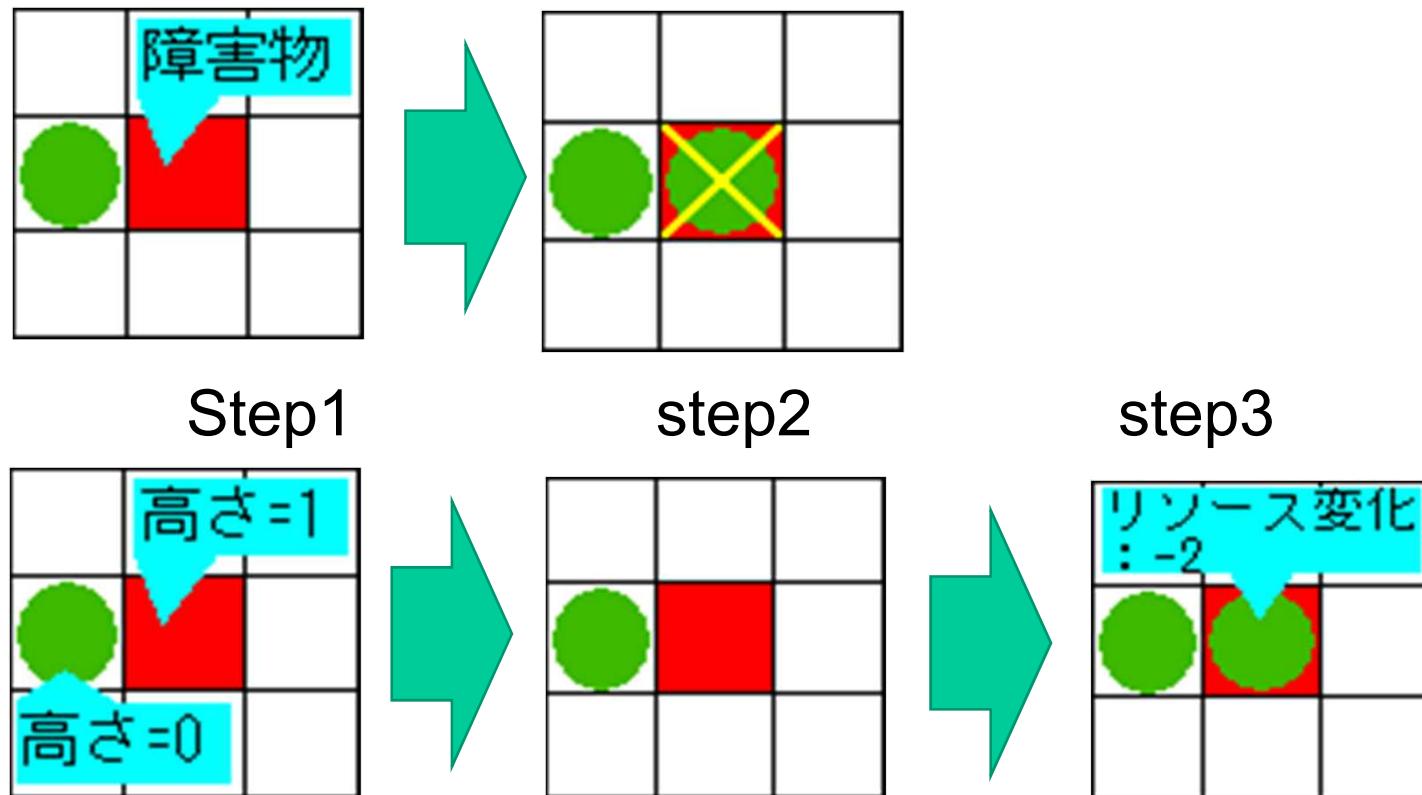
Pa, Pb, Pc :分岐確率  
(Pa+Pb+PC=1.0)  
Pd :死滅発生確率  
Ph :生成促進確率  
\$ :文字列の終端  
. :任意の一文字

R >=  $\sum n \epsilon N r_n$   
R :使用可能リソース量  
N :粘菌ノードnの集合  
rn :nで使用しているリソース量

# 制御を行うパラメータ

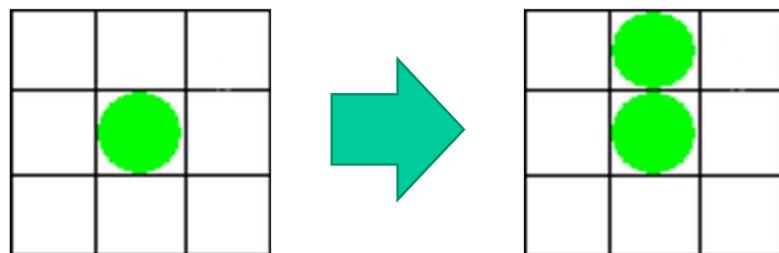
- 分岐確率  $P_a, P_b, P_c$ 
  - $P_a$  : 順方向への探索確率
  - $P_b$  : 左右への探索確率
  - $P_c$  : 全体への探索確率
- 使用可能リソース量
  - 粘菌の成長限界
  - 現使用リソースとの割合に応じて収縮が発生

# 拡張L-systemの探索の様子

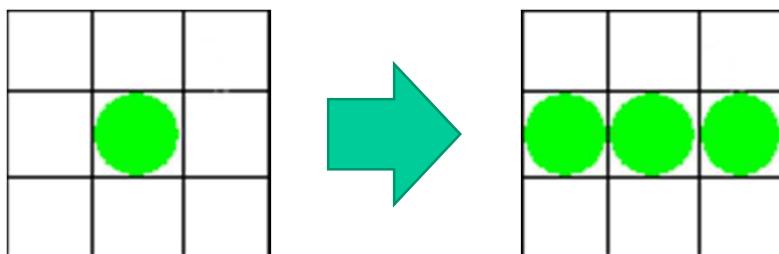


# 分岐確率による探索の変化

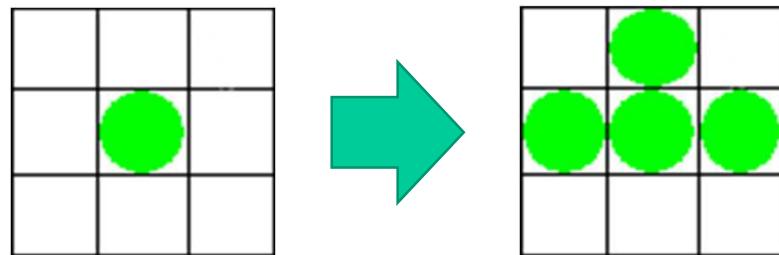
- $P_a$ =順方向へ探索確率



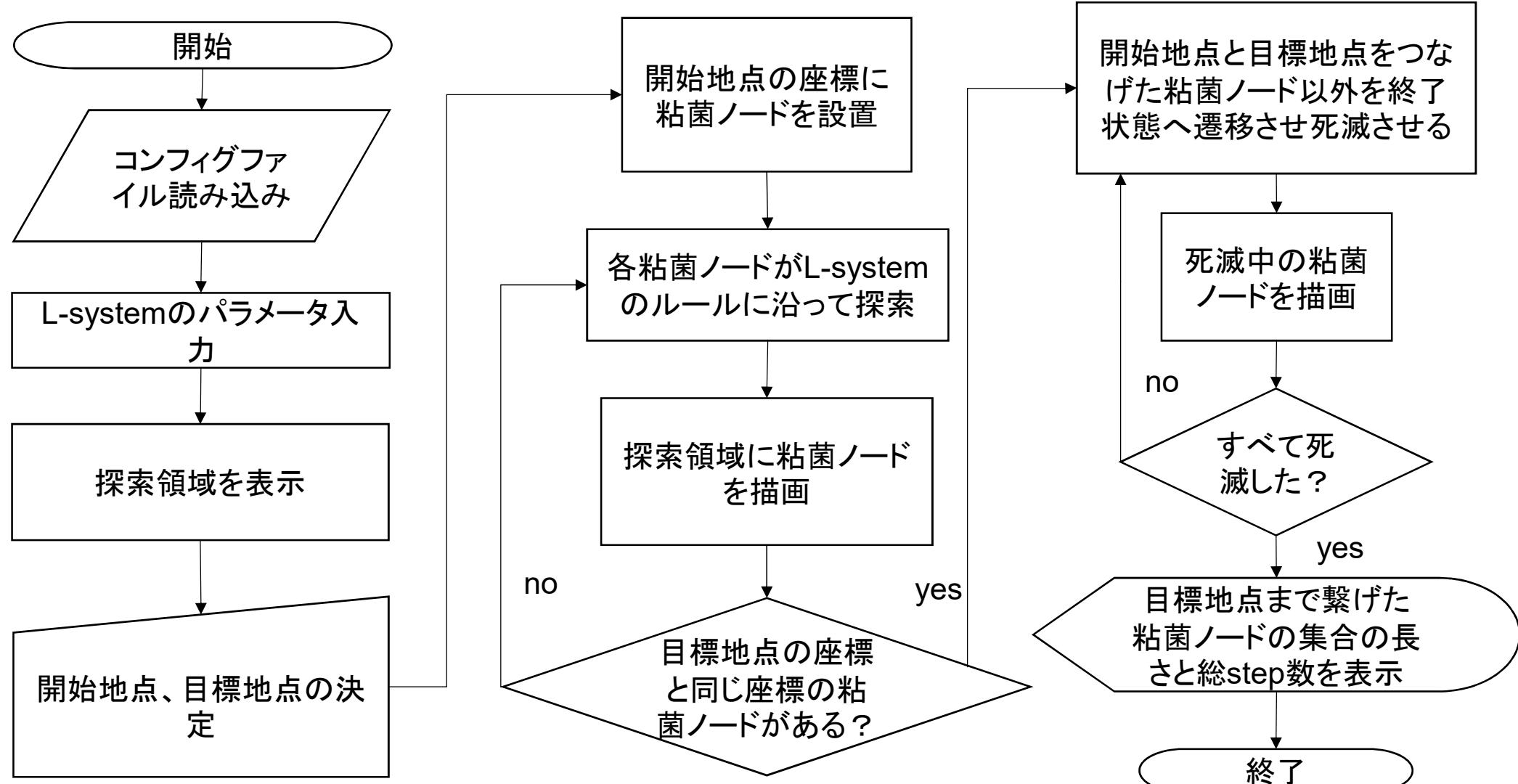
- $P_b$ =左右への探索確率



- $P_c$ =全体への探索確率



# フローチャート(通常の探索)

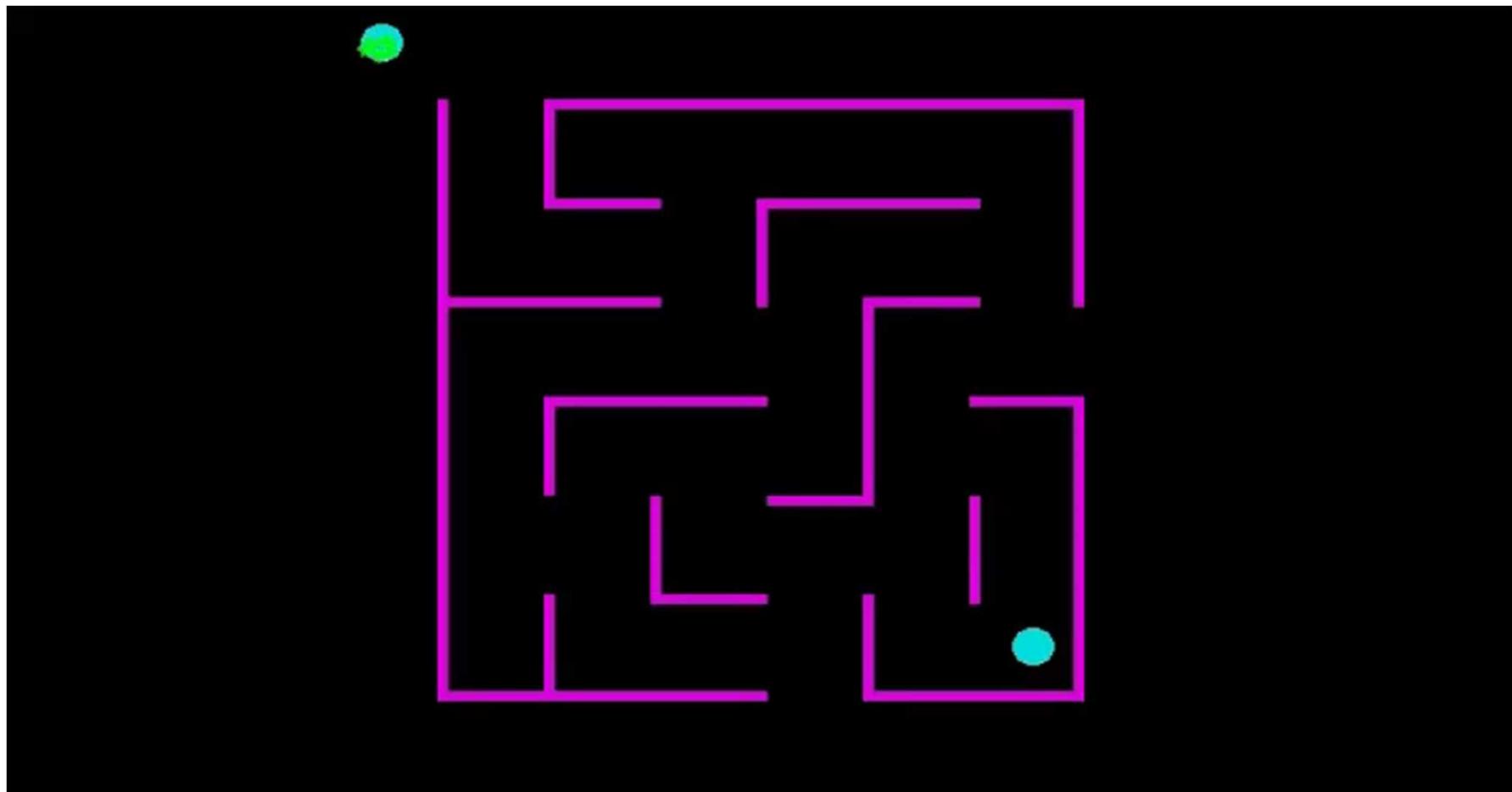


## 改良L-systemによる画像検索

迷路の経路探索、左上のスタートから右下のゴールまでの経路を求める。

粘菌のシミュレーション

餌場をみつけた個体群は生き延びるが、それ以外は死んでいく

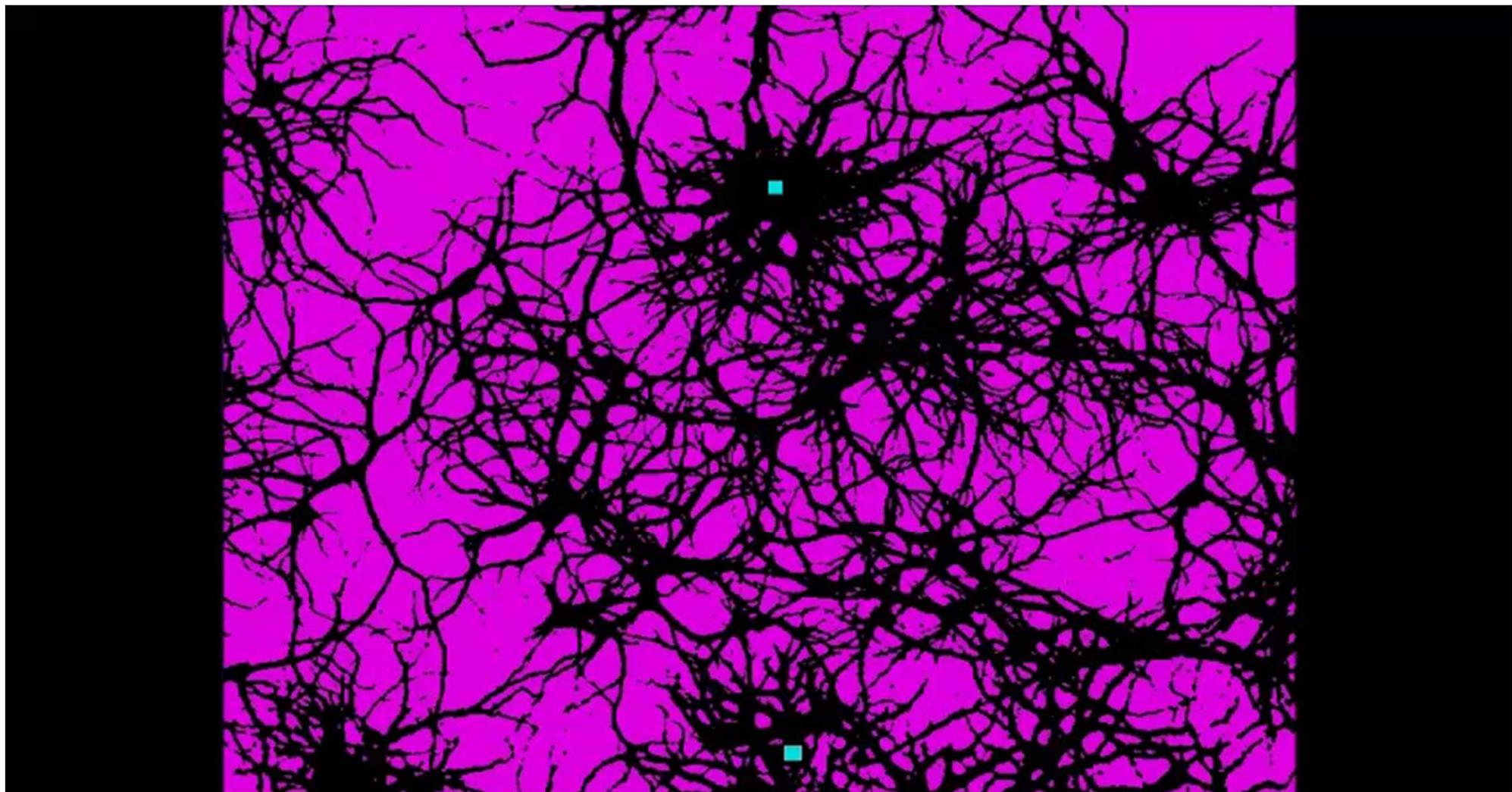


## GoogleMapからとった地図画像上での経路検索

スタート地点のRGBを取得して、それと同じRGBの値を道として  
その道に接する部分を壁として切り出している。  
GoogleMapでなくても道のRGBが同じなら検索可能



## 神経画像(脳)上の経路の染色



# 特徴と有用性

---

- ・画像生成で既に広く使われるL-systemに、死滅ルールもいれたことにより、画像生成のみならず、動画生成や画像上の探索などの処理へ応用が拡大した
- ・ネットワークに接続されていない環境（端末がオフライン状態）や、地図情報が得られない地域・場所でも、画像データから経路を探索できる。
- ・探索環境が未知であったり、リソースに制限がある場合でも経路を求めることが出来る。

# 応用可能性

---

- ・自律ロボットによる未知の地点での経路探索  
例えば、火星など地図情報の無いはじめての場所での経路探索など
- ・血管、神経のリアルタイム検索  
例えば、手術中の血管の染色経路の探索など

# 本技術に関する知的財産権

- ・ 発明の名称 : 経路探索方法および  
経路探索システム
- ・ 出願番号 : 特願2016-248407
- ・ 出願人 : 豊橋技術科学大学
- ・ 発明者 : 石田好輝

お問合せ先 : 研究推進アドミニストレーションセンター

Phone: 0532 - 44 - 6975 FAX: 0532 - 44 - 6980

E-mail: [tut-sangaku@rac.tut.ac.jp](mailto:tut-sangaku@rac.tut.ac.jp) 担当: 白川正知