

طرق تخطيط الحركة

يوجد عدد كبير من الطرق لحل مشكلة تخطيط الحركة للروبوتات المتنقلة الفردية والمتعددة. على الرغم من العديد من الإذعانات الخارجية ، إلا أن الأساليب مبنية على عدد قليل من الأساليب العامة المختلفة. سيتم وصف هذه الأساليب في الأقسام الفرعية التالية.

تخطيط حركة روبوت واحد

حتى الآن ، يمكن تصنيف أساليب تخطيط الحركة للروبوت الفردي إلى ثلاث فئات:

(1) الهيكل العظمي (خرائط الطريق) ؛

(2) تحليل الخلية.

(3) المجال المحتمل ؛

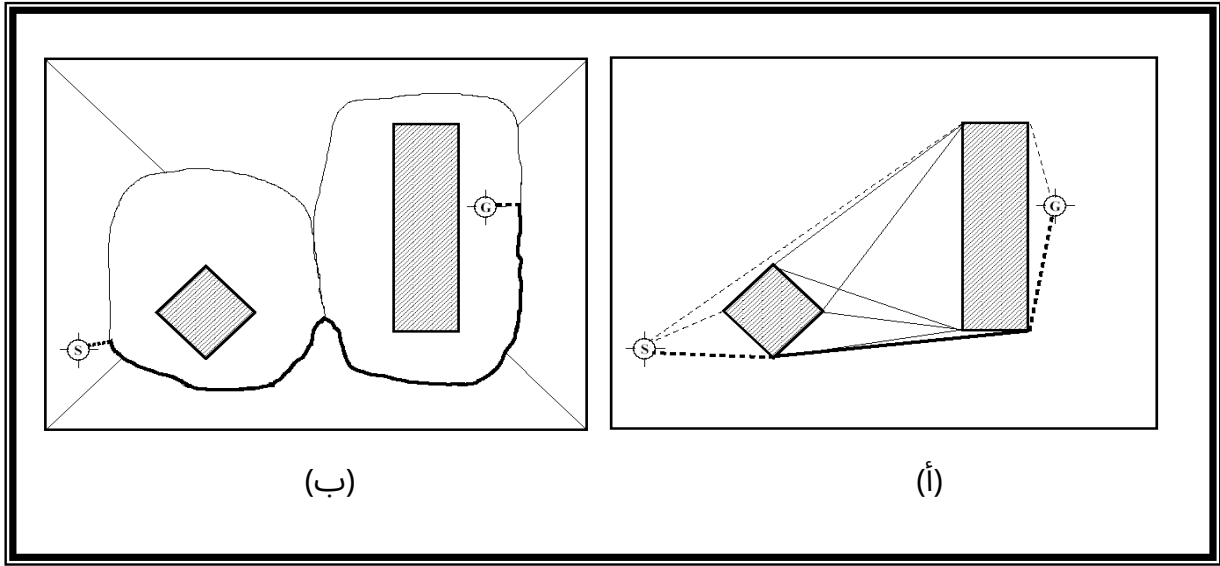
(1) في **هيكل عظمي** النهج ، يتم تمثيل المساحة الحرة بشبكة من المسارات أحادية البعد (D-1) تسمى خارطة الطريق. هناك العديد من طرق خارطة الطريق المختلفة ، ولكن هناك شيء واحد مشترك بينها جميعاً هو أنها تحاول تحويل المساحة الخالية لمساحة العمل إلى تمثيل بياني (خريطة طريق). يمكن الآن إنشاء مسار خالٍ من الاصطدامات (إن وجد) من خلال ربط موضع البداية والوجهة بخريطة الطريق.

تسمى طريقة خارطة الطريق **الرسم البياني للرؤية** بيني أقصر طريق ، ولكنه مسار شبه حر. في طريقة الرسم البياني للرؤية ، يتم توصيل جميع أزواج رؤوس العوائق في مساحة العمل. الاتصال بين زوج من الرؤوس يسمى الحافة وجميع الحواف

تشكل مقطع مسار محتمل على المسار الأمثل. في الشكل (2-4 أ) مقطع المسار السميك والخطوط السميكة المنقطة منهس ل جي تشكل طريقاً.

طريقة تسمى **فورونوي** رسم بياني، من ناحية أخرى، يزيد المسافة بين الروبوت والعقبات. في طريقة الرسم البياني voronoi ، يتم إنشاء المسار عن طريق الاتصال س و جي مع خارطة الطريق التي

يتكون من مواضع على مسافة قصوى من العوائق وحدود مساحة العمل (الشكل 4 ب).



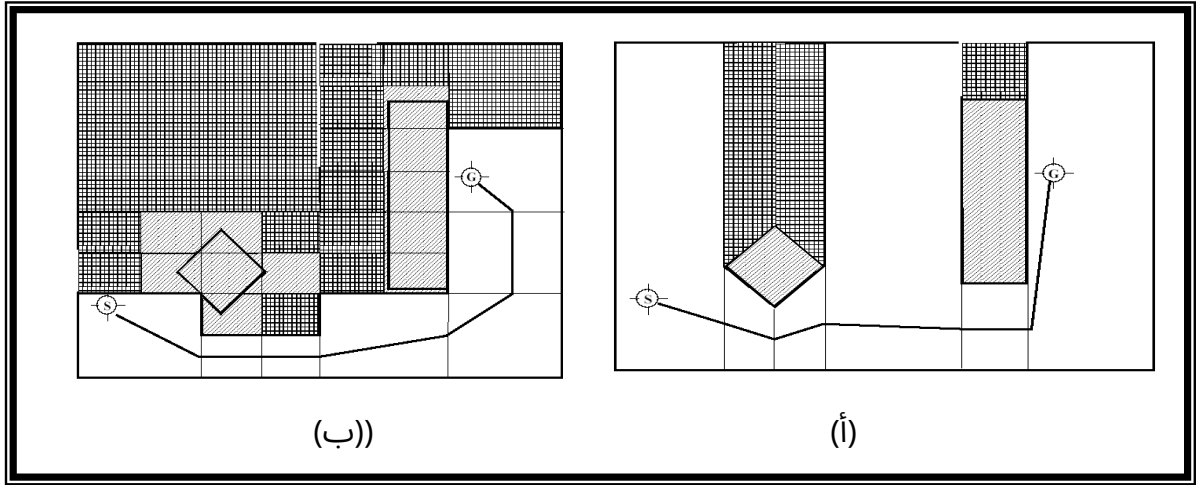
2) في **تحلل الخلية** الأساليب المساحة الخالية من مساحة العمل تتحلل إلى مجموعة من الخلايا. يجب أن تكون الخلايا بسيطة بحيث يمكن تخطيط المسار بسهولة عبر كل خلية (تكون الخلية المناسبة عادةً عبارة عن مضلع محدب). أفناة من الخلايا الحرة (أي ، سلسلة من الخلايا المتجاورة) يتم بناؤها لاحقاً بدءاً من الخلية ، والتي تحتوي على الموضع الحالي للروبوت ، وتنتهي بالخلية التي تحتوي على وجهتها. أخيراً ، يمكن تخطيط المسار من موضع البداية عبر القناة إلى الوجهة.

يتم تقسيم تحلل الخلية بشكل أكبر في *تحلل الخلايا الدقيق والتقريبي* شكل (5).

طرق تحلل الخلايا الدقيقة حلل الفضاء الحر إلى خلايا اتحادها هو بالضبط الفضاء الحر. الأساليب الدقيقة أكثر تعقيداً من الناحية الحسابية وهي كاملة ، أي أنها مضمونة للعثور على المسار عند الخروج وإرجاع الفشل بطريقة أخرى.

تحلل الخلية التقريبي تنتج خلايا ذات شكل محدد مسبقاً (مثل المستطيلات) التي يتم تضمين اتحادها بشكل صارم في الفضاء الحر.

تتضمن الطرق التقريبية حساباً تعاودياً بسيطاً ، لذا فهي أسهل بكثير في التنفيذ من الدقة الطرق ولكنها غير مكتملة لأنها قد تفشل في العثور على مسار مجاني إذا كان موجوداً.



الشكل 5: طرق تحليل الخلية (أ) طريقة تحليل الخلية الدقيقة (ب) طريقة تحليل الخلية التقريبية.

3) في **المجال المحتمل** النهج ، دالة محتملة عددي لها

القيم العالية بالقرب من العقبات والحد الأدنى العالمي عند الهدف هو

إنشاؤه. في هذه الحالة ، يتحرك الروبوت في اتجاه

التدرج السلبي للإمكانات.

يمكن اشتقاق معظم طرق تخطيط الحركة من هذه الأساليب أو الهجينة من هذه الأساليب.

نهج تخطيط الحركة المسمى طريقة تحليل الخلية جذاب للغاية. يسمح بإنشاء مسارات خالية من التصادم (بينما ، على سبيل المثال ، يضمن الرسم البياني للرؤية فقط المسارات شبه الخالية). علاوة على ذلك ، فهو عملي (مقارنة ، على سبيل المثال ،

مخطط فورونوي الذي يبدو أكثر صعوبة في التنفيذ) ويأخذ المعرفة العالمية في الاعتبار (على عكس المجال المحتمل).

تتضمن طرق تحليل الخلية الخطوات الرئيسية التالية:

- (1) تمثيل المساحة الحرة كمجموعة من الخلايا.
- (2) قم بإنشاء الرسم البياني للتوصيل الذي يمثل علاقة الجوار بين الخلايا.
- (3) ابحث في الرسم البياني للاتصال عن سلسلة من الخلايا المجاورة التي تربط الخلية الأولية بالخلية الهدف.
- (4) تحويل تسلسل الخلايا (إذا تم إنتاج إحداها) إلى مسار. تمثل كل خلية منطقة متصلة من المساحة الحرة.

متعدد الروبوتات تخطيط الحركة

جميع طرق تخطيط الحركة لتخطيط حركة الروبوت الفردي قابلة للتطبيق على تخطيط حركة الروبوت المتعددة ولكن مع التعديل.

وفقاً للطريقة التي يتم بها التعامل مع الروبوتات المتعددة ، غالباً ما يتم تصنيف مناهج تخطيط الحركة متعددة الروبوتات كمركزية و مفصول.

مركزية تعامل المناهج الروبوتات المنفصلة كنظام مركب واحد ، وعادة ما تقوم بالتخطيط في مساحة تكوين مركبة ، تتشكل من خلال الجمع بين مساحات التكوين للروبوتات الفردية.

مفصول تولد المناهج أولاً مسارات للروبوتات المنفصلة بشكل مستقل أو أكثر ، ثم تأخذ في الاعتبار التفاعلات بين الروبوتات (فيما يتعلق بالمسارات التي تم إنشاؤها). الفصل هو تعقيد حسابي أقل من الطرق المركزية.

تخطيط الحركة عبر الإنترنت وغير متصل

هناك طريقة بديلة لتصنيف طرق تخطيط الحركة وهي تحديد ما إذا كانت كذلك متصل أو غير متصل. يتم تنفيذ التخطيط عبر الإنترنت في الوقت الفعلي ، أي في نفس الوقت الذي يتحرك فيه الروبوت ، وهو مفيد للغاية

عندما تكون البيئة غير معروفة. يتم تنفيذ التخطيط خارج الخط قبل أي حركة للروبوت ولا يكون مفيداً إلا إذا كانت مساحة العمل معروفة.

طرق كاملة وسليمة

يمكن وصف جميع طرق تخطيط الحركة تقريباً على النحو التالي:

إكمال: يقال إن الطريقة كاملة إذا كانت مضمونة للعثور على ملف مسار خالٍ من الاصطدامات إن وجد ؛ خلاف ذلك يعود الفشل.

يبدو: إذا كان يضمن أن جميع حلوله صحيحة (أي تصادم مجاناً).