

CSP.05: Planung von Indoor-Spielplätzen

Wir modellieren den Indoor-Spielplatz als CSP. Die Halle wird als rechteckiges Raster mit 40×10 Feldern beschrieben. Jedes Feld hat Koordinaten (x, y) mit $x \in \{1, \dots, 40\}$ und $y \in \{1, \dots, 10\}$. Eingänge und Notausgänge liegen am Rand.

1. Variablen

Wir betrachten folgende Geräte (Beispiele):

$$G_1 = \text{Go-Kart-Bahn}, \quad G_2 = \text{Hüpfburg}, \quad G_3 = \text{Kletterberg}, \quad G_4, G_5 = \text{Ruhezonen}, \quad B = \text{Bar}.$$

Jedes Gerät i besitzt Breite w_i und Höhe h_i in Rasterfeldern. Jedes Gerät wird durch die Position seiner linken unteren Ecke modelliert:

$$X_i, Y_i \quad \text{für alle Geräte } i.$$

Damit ist die belegte Fläche:

$$\{X_i, \dots, X_i + w_i - 1\} \times \{Y_i, \dots, Y_i + h_i - 1\}.$$

2. Domänen

Ein Gerät muss vollständig in der Halle liegen:

$$D_{X_i} = \{1, \dots, 40 - w_i + 1\}, \quad D_{Y_i} = \{1, \dots, 10 - h_i + 1\}.$$

Türen (Haupteingang E und Notausgänge N_k) dürfen von keinem Gerät überdeckt werden. Entsprechende Positionen werden aus den Domänen entfernt.

3. Constraints

(1) Keine Überlappung und Sicherheitsabstand

Für zwei Geräte i und j darf sich ihre belegte Fläche nicht überlappen oder berühren. Dazu verlangen wir einen Sicherheitsabstand von mindestens einem Feld:

$$\begin{aligned} X_i + w_i + 1 &\leq X_j \\ \vee X_j + w_j + 1 &\leq X_i \\ \vee Y_i + h_i + 1 &\leq Y_j \\ \vee Y_j + h_j + 1 &\leq Y_i. \end{aligned}$$

Dies gilt für alle Paare $i \neq j$.

(2) Bar nahe am Eingang

Die Bar soll vorzugsweise am Eingang liegen. Wir modellieren dies durch eine eingeschränkte Domäne:

$$X_B \in \{1, \dots, 8\}.$$

Optional kann die Distanz klein gehalten werden:

$$|X_B - x_E| + |Y_B - y_E| \leq 10.$$

(3) Notausgänge freihalten

Kein Gerät darf einen Notausgang $N_k = (x_k, y_k)$ überdecken:

$$\neg(X_i \leq x_k \leq X_i + w_i - 1 \wedge Y_i \leq y_k \leq Y_i + h_i - 1).$$

(4) Ruhezonen in Sichtlinie zur Bar

Die Ruhezonen sollen von der Bar aus einsehbar sein. Wir verwenden vereinfachte Sichtlinie:

$$Y_{G_4} = Y_B \quad \vee \quad X_{G_4} = X_B,$$

und

$$|X_{G_4} - X_B| + |Y_{G_4} - Y_B| \leq 15.$$

Analog für G_5 .

(5) Optionale Regeln

- Der Kletterberg (G_3) soll weit weg von Ruhezonen stehen:

$$|X_{G_3} - X_{G_4}| + |Y_{G_3} - Y_{G_4}| \geq d_{\min}.$$

- Die Go-Kart-Bahn (G_1) soll bevorzugt am Rand liegen, etwa

$$Y_{G_1} \in \{1, 2, 3\}.$$

4. Lösungsideen mit MAC und Min-Conflicts

MAC

Beim Backtracking über die Gerätelocationen wird nach jeder Belegung eines Geräts AC-3 angewandt. Dadurch werden Domänen der verbleibenden Geräte anhand von Sicherheitsabstand und Türfreiheit reduziert. So entstehen deutlich weniger Sackgassen, da unzulässige Positionen früh ausgeschlossen werden.

Min-Conflicts

Wir starten mit einer zufälligen vollständigen Belegung aller Geräte. Solange Konflikte existieren (Überlappungen, zu geringer Abstand, Bar zu weit vom Eingang, Sichtlinien verletzt) wird

1. ein konfliktbeteiligtes Gerät gewählt,
2. für dieses eine neue Position gewählt, die die Zahl der Konflikte minimiert.

Nach einigen Iterationen erhält man typischerweise eine zulässige Gerätanordnung.

5. Fazit

Das Indoor-Spielplatz-Layout lässt sich als CSP formulieren. Die wichtigsten Aspekte sind überlappungsfreie Platzierung, Sicherheitsabstand, Sichtlinien, Barposition und freigehaltene Notausgänge. MAC ermöglicht eine systematische Lösungssuche, während Min-Conflicts oft schnell eine gültige Anordnung liefert.