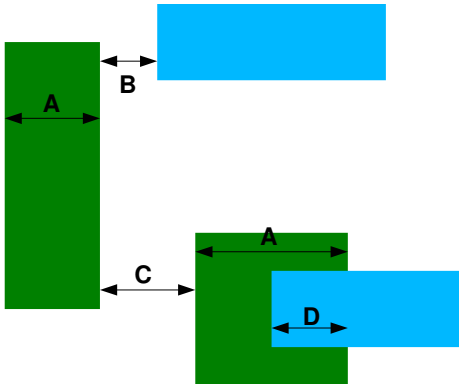




Vorlesung
WS 2018/2019

Florian Stock

Eingebette Systeme und Anwendungen
Technische Universität Darmstadt



- ▶ Bei ASIC-Layouts
 - ▶ Grundlage für erfolgreiche Fertigbarkeit
 - ▶ Von *Technologen* erarbeitet
- ▶ Üblicherweise:
 - ▶ Minimale Breite (A)
 - ▶ Minimaler Abstand (B,C)
 - ▶ Minimale Überlappung (D)
 - ▶ Werte vielfaches von λ

- ▶ Komprimieren/Expandieren von Layouts
 - ▶ Unter Beachtung der Designregeln!

- ▶ Anwendungsgebiete:

Layout-Compilierung von symbolischen in geometrische Layouts

Flächenminimierung von bestehenden Layouts

Korrektur von Entwurfsregelverletzungen

Skalierung der Technologie



Eindimensional (1D)

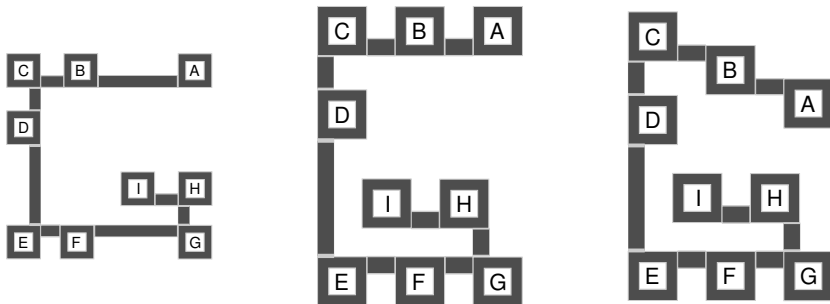
- ▶ Nur eine Richtung bearbeiten
 Operationen: Bewegen, Stauchen
- ▶ Oft abwechselnd in X, Y Richtungen
- ▶ **Problem:** Effizient, aber suboptimal

Zweidimensional (2D)

- ▶ Beide Richtungen simultan bearbeiten
- ▶ **Problem:** Optimal, aber NP-hart

Kompaktierung

Graphisches Beispiel



Original



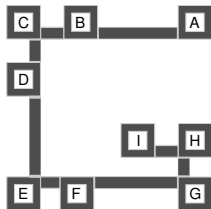
Horizontal kompaktiert



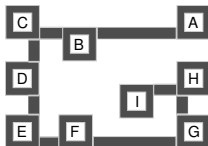
Vertikal kompaktiert

Kompaktierung

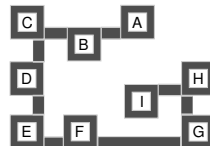
Graphisches Beispiel



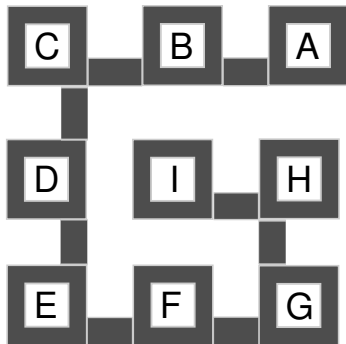
Original



Vertikal kompaktiert



Horizontal kompaktiert

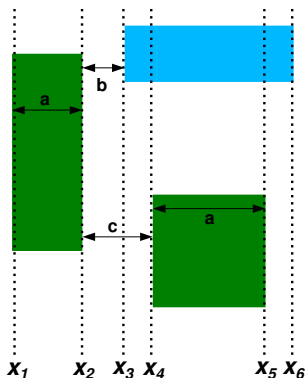


Optimum

- ▶ 2D-Kompaktierung
 - ▶ Findet optimale Lösung
 - ▶ **Problem:** NP-Vollständig
- ▶ Tatsächliche Vorgehensweise
 - ▶ Mehrfache 1D-Kompaktierung
 - ▶ Abwechselnd horizontal, vertikal
 - ▶ **Problem:** Nicht optimal

Modellierung

Abstände \mapsto Ungleichungen



$$x_2 - x_1 \geq a$$

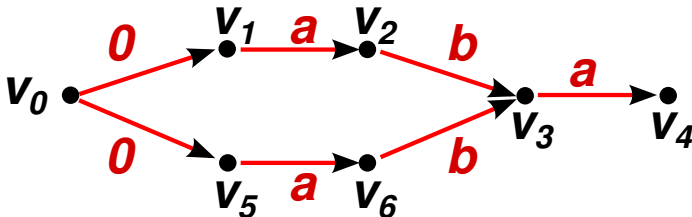
$$x_3 - x_2 \geq b$$

$$x_5 - x_4 \geq a$$

$$x_j - x_i \geq d_{ij}$$

Einschränkungsgraph $G(V, E)$

- ▶ Gerichtet von (v_i, v_j)
- ▶ Zyklenfrei
- ▶ Längster Pfad von v_0 zu $v_j =$ Minimale Koordinate von x_j
- ▶ Modelliere x_n durch v_n



Modellierung

Maximale Abstände

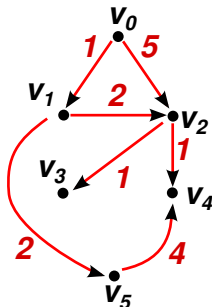
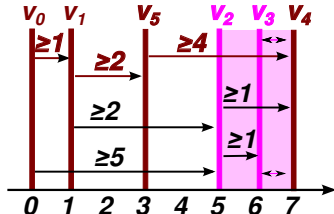


- ▶ Bisher nur minimale Abstände
- ▶ Maximale Abstände mathematisch: $|x_c - x_w| \leq d$
- ▶ $x_j - x_i \leq c_{ij}$ und $x_i - x_j \leq c_{ij}$, $c_{ij} \geq 0$
- ▶ Passende Form für unseren Einschränkungsgraph
Achtung: Jetzt sind aber Zyklen möglich
- ▶ Lösung: Berechnung des Längsten Pfades in Graphen mit Zyklen
Genauer: Einfacher Pfad (d.h. jede Kante max. einmal)

Kompaktierung

Kritische vs. Unkritische Element

- ▶ *Kritische Elemente* sind die Knoten entlang des Längsten Pfades
- ▶ Unkritisch alle anderen
- ▶ Layout-Breite hängt nur von kritischen Elementen ab
- ▶ Unkritische Elemente, verschiebbar
Beeinflussen aber weitere Iterationen



Kompaktierung

Weitergehende Details



- ▶ Freie Layoutelemente
Optimale Lösung ist 2D-Kompaktierung
- ▶ Einfügen von Jogs
Knicke in den Leitungen
- ▶ Berechnen der Einschränkungen
Einfacher n^2 -Ansatz: Redundanzen enthalten
- ▶ Hierarchisches Vorgehen



- ▶ Kompaktierung
- ▶ Berechnung der Längsten Pfade
 - ▶ Mit und ohne Zyklen
- ▶ Modellierung von Schaltungen
 - ▶ Graphbasiert
 - ▶ Hierarchisch