ICT19-035 - Engineering Linear Ordering Algorithms for Optimizing Data Visualizations

Zusammenfassung

Die digitale Transformation unserer Gesellschaft und der allgegenwärtige Einsatz digitaler Technologien in unserem Alltag bringen viele Chancen, aber auch Risiken und Herausforderungen mit sich. Smartwatches und Mobiltelefone erfassen unsere Gesundheitsdaten und Bewegungsmuster, während Interaktionen in sozialen Medien und beim Online-Shopping Spuren unserer Kontakte und Kaufgewohnheiten hinterlassen. Diese und viele weitere Daten werden Tag fur Tag gesammelt und führen zu riesigen Informationsmengen, die gespeichert, verarbeitet und analysiert werden müssen. Unser Forschungsprojekt beschäftigte sich mit Algorithmen zur Datenvisualisierung, deren Ziel es ist, Daten klar und verständlich darzustellen, damit Menschen sie erkunden und analysieren können und dann auf der Grundlage ihrer Erkenntnisse Entscheidungen treffen können. Konkret haben wir untersucht, wie Objekte in Datenvisualisierungen optimal angeordnet werden können, um verschiedene visuelle Qualitätskriterien zu verbessern, z.B. die Lesbarkeit und Ubersichtlichkeit. Beispiele für solche Ordnungsprobleme in der Datenvisualisierung sind die Anordnung von Knoten in linearen oder kreisförmigen Netzwerkdiagrammen, um Kantenkreuzungen zu reduzieren, die optimale Platzierung von Beschriftungen am Rand von grafischen Darstellungen oder die Erstellung von Storyline-Diagrammen, die die zeitliche Interaktionen der Hauptfiguren in einem Film oder Roman darstellen. Unser Ansatz stützt sich auf rigorose algorithmische Methoden und mathematische Beweise, um schnelle Algorithmen mit garantierter Lösungsqualität zu entwickeln. Dies unterscheidet unsere Verfahren von häufig verwendeten Heuristiken, denen solche formalen Garantien fehlen. Während der Dauer der Projekts hat sich unser Team mit vielen anspruchsvollen Forschungsfragen auseinandergesetzt. Wir haben formale algorithmische Modelle für gängige Datenvisualisierungen erstellt, neue Optimierungsalgorithmen entwickelt und deren Eigenschaften durch mathematische Beweise analysiert. Um zu zeigen, dass die neuen Methoden nicht nur theoretische Vorteile bieten, sondern auch die Visualisierungen in der Praxis verbessern, haben wir sie implementiert und anhand von Simulationen und Benutzerstudien mit bestehenden State-of-the-Art-Lösungen verglichen. Zu den Höhepunkten unserer Forschung, die in über 35 begutachteten Artikeln veröffentlicht, auf renommierten internationalen Konferenzen vorgestellt und oft als Open-Source-Webprototypen implementiert wurden, gehören neue Methoden zur Visualisierung komplexer Datensätze wie Bands und ihre Zugehörigkeit zu verschiedenen Musikgenres oder Publikationsnetzwerke von Wissenschaftlern. Diese Visualisierungen ähneln abstrakten U-Bahn-Plänen, kompakten linearen Diagrammen oder miteinander verflochtenen Storylines. Weitere Ergebnisse befassten sich mit der optimalen Anordnung von Bändern in Datenstromdiagrammen, die die Entwicklung von Hierarchien im Laufe der Zeit zeigen, mit der Minimierung von Blockkreuzungen in Zeichnungen von Evolutionsbäumen und mit einem flexiblen algorithmischen Framework fur radiale Netzwerkdiagramme. Zusammenfassend zeigt unser Projekt, dass ein rigoroser algorithmischer Ansatz zur Optimierung von Datenvisualisierungen tatsächlich zu übersichtlicheren und besser lesbaren Visualisierungen führen kann. Die so optimierten Diagramme sind daher oft ansprechender und leichter verständlich, was letztlich zu einer Erhöhung der Datenkompetenz in unserer Gesellschaft beitragen kann.

Wissenschaftliche Disziplinen:
Theoretical computer science (70%) | Practical computer science (15%) | Information design (15%)

Keywords:
Algorithm Engineering, Linear Ordering, Graph Drawing, Information Visualization

---

Principal Investigator: Martin Nöllenburg

Institution: TU Wien

Status: Abgeschlossen (01.05.2020 - 30.06.2025)
GrantID: 10.47379/ICT19035

Weiterführende Links zu den beteiligten Personen und zum Projekt finden Sie unter
https://wwtf.at/funding/programmes/ict/ICT19-035/