

QUBO - QUADRATIC UNCONSTRAINED BINARY OPTIMIZATION

EIN QUANTEN- INSPIRIERTER ALGORITHMUS FÜR KOLLATERALE OPTIMIERUNGEN

REPLY ist spezialisiert auf die Entwicklung und Implementierung von Lösungen basierend auf neuen Kommunikationskanälen und digitalen Medien. Bestehend aus einem Netzwerk hoch spezialisierter Unternehmen unterstützt Reply die führenden europäischen Industriekonzerne in den Bereichen Telekommunikation und Medien, Industrie und Dienstleistungen, Banken und Versicherungen sowie öffentliche Verwaltung bei der Definition und Entwicklung von Geschäftsmodellen, die durch die neuen Paradigmen von KI, Big Data, Cloud Computing, digitalen Medien und Internet der Dinge ermöglicht werden. Die Dienstleistungen von Reply umfassen: Beratung, Systemintegration und Digital Services.

Im Rahmen von aktuellen Quantum-Computing-Aktivitäten hat Reply ein Projekt in Zusammenarbeit mit der Investment-Banking-Abteilung eines der wichtigsten italienischen Akteure in der Finanzwelt gestartet. Das Projekt konzentriert sich auf Risiken und Treasury-Liquiditätsmanagement, von kontextbestimmenden Indikatoren bis hin zur Optimierung von Sicherheitenkrediten.

DAS FINANZWESEN IN DER ZEIT DES QUANTUM COMPUTINGS

Die Globalisierung der Finanzmärkte, das exponentielle Wachstum der Datenmengen und deren Regulierungen durch übergeordnete Autoritäten, der ständige Anstieg der Kapitalanforderungen und die Weiterentwicklung der Märkte veranschaulichen das komplexe Feld, in dem Finanzunternehmen heute tätig sind. Diese haben signifikante operative und ökonomische Auswirkungen.

Technologie spielt eine essentielle Rolle darin, Prozesse und Qualitätsprüfungen effektiver zu gestalten und die Antwortrate zu erhöhen. Sie hat auch eine starke strukturelle Konsequenz für Finanz- und Kreditinstitute. Viele Branchenführer haben technologische Experimente begonnen, die darauf abzielen, den Wettbewerbern in unterschiedlichen Bereichen einen Schritt voraus zu sein. Dazu zählen die **Portfolio-Optimierung, Payment-Systeme, Betrugserkennung und Hochfrequenz-Trading**.

Finanzdienstleister, die sich der Tatsache bewusst sind, dass die Quantum Supremacy der Informationstechnologie einen neuen Schub mit noch nie dagewesener Rechenpower versetzt, investieren zunehmend in das Gebiet. Indem traditionelles sequentielles Processing von parallelem Processing ersetzt wird, können Lösungen für Probleme, die derzeit nicht einmal die leistungsstärksten Rechner bearbeiten können, gefunden werden und die Bearbeitungszeit von tausend Jahren auf wenige Minuten reduziert werden.

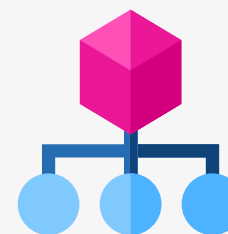
Quantencomputer sind in der Lage, exponentielle, nicht-lineare Probleme zu analysieren. In der kombinatorischen Optimierung ist es ihnen möglich, die beste Vorgehensweise herauszufinden – also diejenige mit dem höchsten geschäftlichen Nutzen – indem sie ein Vielfaches der Möglichkeiten mit sehr geringer Fehlerquote einbeziehen.

TIME-TO-MARKET UND EFFIZIENZ

Damit Nutzer die beste Version einer Lösung auf den Markt bringen können oder Manager Ineffizienzen bei der Sicherheitenverwaltung drastisch reduzieren können, muss das Ergebnis einer Verlustfunktion minimiert werden, deren Wert mit einer spezifischen Zahlungskonfiguration zusammenhängt. Dabei wird der „Idealwert“ einer Funktion in einem bestimmten Bereich gesucht.

Aktuell werden diese Probleme in der Regel von **linearen Optimierungs-Algorithmen** gelöst, die nicht nur eine große Menge an Daten verarbeiten, sondern auch eine wachsende Anzahl an Parametern berücksichtigen müssen.

LINEAREN OPTIMIERUNGS-ALGORITHMEN



Verminderung van inefficiënties in onderpandbeheer

Versnelling van programmeersnelheid

Overweging van een toenemend aantal parameters

Vielfalt an Einschränkungen abbilden können, die wiederum in zunehmendem Maße von Regulierungen der Aufsichtsbehörde und den Assets der Gegenparteien abhängen. Algorithmus-Klassen zu finden, die sich dazu eignen, eine immer komplexere und diversere Realität abzubilden, und gleichzeitig schnell anzupassen sind, ist also essentiell.

WO REPLY DEN UNTERSCHIED AUSMACHT

Neben seiner bewährten Erfahrung in den Bereichen Risikomanagement sowie Regulierung und Kreditwesen auf dem Finanzdienstleistungsmarkt, verfügt Reply seit 2 Jahren über multidisziplinäre Teams, die sich ausschließlich mit Quantum Computing beschäftigen.

Sie haben Partnerschaften und Praktiken entwickelt, die das disruptive Potenzial dieser Technologie testen sollen. Quanten-Techniken können ein Modell erstellen, das in der Lage ist, das Kreditrisiko für Sicherheiten zu optimieren, um innerhalb eines sich ständig weiterentwickelnden regulatorischen Rahmens, der die Betreiber zu einer schnellen Anpassung zwingt, einen echten Vorteil zu generieren.

Reply bewegt sich daher in das Feld der Risikominimierung und des Managements von Sicherheiten, mit dem Fokus auf **Margin Value Adjustment** (MVA). Das sind Wertanpassungen, die sich auf Liquiditätskosten auswirken, die in unmittelbarem Zusammenhang mit den ökonomischen Kosten und dem Kapital stehen. Damit entsprechen sie den geschätzten Kosten für die Finanzierung der Initial Margin und der Variation Margin, sowohl für bilateral als auch für CPP ausgehandelte Derivate. Da die Zwischenhändler immer größer werden, die Vorschriften und Beschränkungen

immer weiter fortschreiten und sich das Geschäft verändert, hielt es die Corporate & **Investment Banking Division** eines Klienten im Bankgeschäft für wichtig, mit Reply zusammenzuarbeiten, um einen Algorithmus zu entwickeln, der nicht nur auf das Sicherheitenmanagement reagiert, sondern auch neue Anwendungsfälle flexibel angeht, um sich an zukünftige Bedürfnisse anzupassen. Das Quantum-Computing-Team von **Reply** hat einen hochleistungsfähigen, von Quanten inspirierten Algorithmus entwickelt, der den Kunden unterstützt, indem er Ineffizienzen bei der Sicherheitenverwaltung auf ein Minimum reduziert. Dabei lag der Schwerpunkt auf der Messung bestimmter KPIs. Der Algorithmus ist in der Lage, auf konventionellen oder pseudo-konventionellen Maschinen zu arbeiten, ohne dass die bestehende technologische Infrastruktur ersetzt werden muss. Das betraf insbesondere Grafikverarbeitungseinheiten (GPUs), die bereits vom Kunden verwendet wurden.

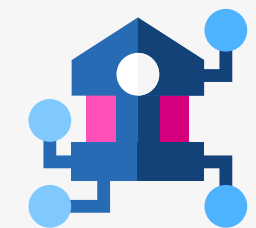
WARUM DIE SICHERHEITENVERWALTUNG OPTIMIERT WERDEN SOLLTE

Angeichts der Kreditrationierung, die aufgrund der jüngsten Wirtschafts- und Finanzkrise den gesamten Bankensektor erfasst hat, ist das richtige Management von Sicherheiten (und allgemeiner: von Liquidität) noch wichtiger geworden.

Technisch gesehen handelt es sich um ein dynamisches Optimierungsproblem, da sich die zu verwaltende Datenbank, die zu berücksichtigenden Regeln und die zuzuordnende Reaktion täglich ändern. Ausreichende Rechenleistung und Algorithmusflexibilität sind daher der Schlüssel zur Bewältigung komplexer Probleme.



**Computationale
Snelheid**



**Algorithmische
Flexibiliteit**

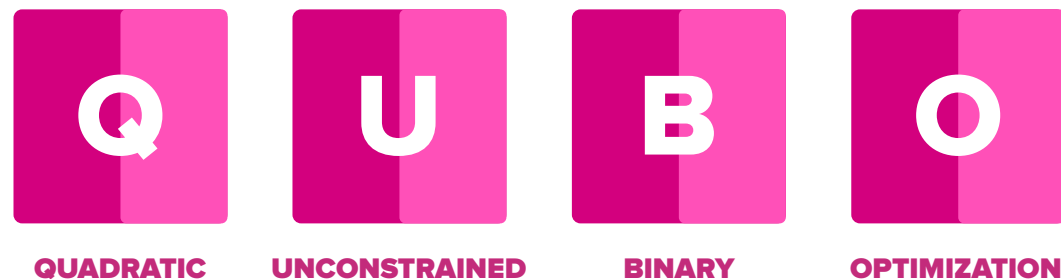
Derzeit bedeutet das Fehlen von Quantum Computing, dass die Verwaltung von Sicherheiten manuell und willkürlich durch Treasurer erfolgt, d.h. durch Personen, die die Datenbank sehr gut kennen.

Eine Alternative ist die Verwendung von Nicht-Quantum-Algorithmen, die regelmäßig die Datenbank analysieren und versuchen, das Problem zu optimieren, wenn auch mit weitaus geringerer Flexibilität und, wo nötig, unter Verwendung von Näherungswerten.

QUBO - EIN QUANTEN INSPIRIERTER ALGORITHMUS

Qubo ist die Abkürzung für Quadratic Unconstrained Binary Optimization.

Es ist ein Modell zur Lösung quadratischer kombinatorischer Optimierungsprobleme mit binären Variablen, bei dem im Gegensatz zu traditionellen Algorithmen das gesamte Modell in eine Strafmatrix passt, was die mathematische Formulierung elegant und kompakt macht. **Dieses flexible, leistungsfähige Modell** eignet sich dank seiner kompakten Struktur zur Parallelisierung. Es ist auch in der Lage, ein hohes Maß an Komplexität zu bewältigen und dabei extrem schnell zu bleiben, unabhängig von der Anzahl der Beschränkungen. Sich ständig entwickelnde Regulierungen, die Einschränkungen (die ex ante in die Optimierung einbezogen werden müssen) und die Bewältigung spezifischer Marktbedingungen können als bewältigte



Herausforderungen oder zumindest als mit der Zeit überwindbare Hürden betrachtet werden. **Die QUBO-Formulierung ist ein Algorithmus, der sehr gut skaliert, auch wenn die Komplexität des Modells zunimmt.** Die Software, die im Laufe des Projekts entwickelt wurde, ermöglicht es, die von der Bank prognostizierte Reaktion auf den Kostensatz von Sicherheiten und Margins (täglich), nach Margin-Calls zu verwalten und zu optimieren.

Das beinhaltet einen finanziellen Vorteil (eine Kostenersparnis) von bis zu 9 % für jeden Abruf. Es kann auch Allokationsineffizienzen bei der Deckung von Margin Calls erheblich reduzieren. Zu den Vorteilen des wie oben angewandten **QUBO-Algorithmus**, der durch ein bestehendes Framework erreicht werden kann, gehören: Die Modellierung nichtlinearer Variablen; die Möglichkeit, neue Regeln und Flexibilitätskriterien zur

Verwaltung der Datenbank einzuführen, auch durch eine Trennungslogik, abhängig von den Kontrahenten; Die Möglichkeit, eine steigende Anzahl von Margin Calls (prognostiziert) angemessen zu verwalten und alle diese Elemente zu nutzen, um den Algorithmus durch die Installation einer vollständigen Sicherheitskostenmetrik zu füttern. In Zukunft wird es nach einer Investition möglich sein, eine Datenarchitektur und IT-Infrastruktur zu entwerfen, die in der Lage ist, Anfragen von nationalen und

supranationalen Aufsichtsbehörden schnell und gleichzeitig zu bearbeiten; um interne Datenanalyseanforderungen zu erfüllen, die für die Unternehmensführung benötigt werden; um einen Datensatz zu garantieren, der in kurzer Zeit die Anforderungen an Transparenz, Integrität und Qualität erfüllt; und den vorhandenen Datenschatz zu nutzen, um eine realistische Darstellung des Optimierungsproblems auf der Grundlage der Marktentwicklung zu erstellen.

ERFOLG UND POTENTIAL DER QUANTEN-INSPIRIERTEN SICHERHEITENOPTIMIERUNG

Einerseits gilt es, bestmögliche Lösungen und schlanke Prozesse zu gewährleisten und gleichzeitig die Time-to-Market der Kunden zu respektieren. Andererseits müssen aber auch regulatorische Anforderungen erfüllt werden. Letzteres führt durch die Nachfrage nach hochwertigen liquiden Vermögenswerten zu einem deutlichen Anstieg der Kosten für das Sicherheitenmanagement. Das Regtech Council schätzt, dass Banken bis 2022 10 % ihrer Einnahmen für regulatorische und Compliance-bezogene Aktivitäten ausgeben werden. Der Erfolg beweist, wie Quantum Computing die Komplexität (und die Regulierungslast) tatsächlich in einen Wettbewerbsvorteil umwandeln kann, selbst vor einem sich ständig verändernden wirtschaftlichen Hintergrund.

Der Finanzdienstleistungssektor - insbesondere die Investment-Banken - steht vor mehreren Optimierungsherausforderungen, von der Erkennung von Marktinstabilitäten und der Entwicklung von Handelsstrategien bis hin zur Optimierung von Portfolios, Finanzprognosen, Marktsimulationen, der Bestimmung von Vermögenspreisen und der Neugewichtung von gesetzlichen Reserven im Versicherungsbereich. Der Wert von Reply gründet sich auf den konstanten Fokus auf Innovation, auf die Erfahrung in den Bereichen **Risikomanagement und Regulierung & Kredit** sowie auf die spezifische Expertise im Feld der Quantencomputer und **Quantenalgorithmen**, die sowohl durch experimentelle Forschung und Laborarbeit als auch in realen Projekten erarbeitet wurde.

Das Ziel von Reply ist es, Wissen zu nutzen, um auch im Zeitalter der Quantum Supremacy zur Wertschöpfungskette von Klienten beizutragen.