

# Quantencomputing und DNA-Computing

**Denis Holub**

Student Bachelor Informatik

**Abstract**—Es handelt sich um einen Paper, der folgt aus meiner Präsentation mit Fabian Nedoluha für eine Lehrveranstaltung Wissenschaftliche Arbeitstechniken und Präsentation an der Universität Salzburg im Studiengang Bachelor Informatik über Quantencomputing und DNA-Computing.

■ **EINFÜHRUNG** in diesen Zeiten werden die Computer, die wir kennen, zwar immer besser und schneller, doch wir nähern uns zur Grenze der Technologie von einfacher Transistoren und Darstellung von Bits mit unterschiedlichen Spannungen. In letzter Zeit sind die Begriffe wie Quantenphysik, Quantencomputer, DNA-Computer, Bio-Computer oder Androids immer mehr und mehr hörbar und lesbar. Darum möchte ich in diesem Paper versuchen zu erklären, was ein Quantencomputer oder DNA-Computer ist, wie es funktioniert, wie ist es anders von unserem Computer, den wir kennen und was wir von diesen Technologien erwarten können.

## Quantencomputing

### Bit vs. Qubit

Unsere Computer funktionieren meistens in einem Binärsystem, das bedeutet, dass alles was ein Computer darstellt, ist im Computer nur mit '0' oder '1' codiert. Eine solche Position, wo es gespeichert ist heißt Bit. Ein Computer kann zwar  $2^n$  verschiedene Kombinationen für  $n$  Bits

darstellen, gleichzeitig kann sich der Computer nur in einem Zustand befinden. Das ändert sich aber mit Qubits. In Quantenphysik gibt es ein Begriff Superposition, der uns ermöglicht mehrere Zustände gleichzeitig zu haben. Qubit kann sich also im Zustand '0', '1' oder Superposition von beiden befinden, also '0' und '1' gleichzeitig. Also wir können einen Computer haben der sich gleichzeitig in  $2^n$  Zuständen befindet. Ein Qubit wird nicht mit unterschiedlichen Spannungen dargestellt, sondern entweder mit einem Elektron im angeregtem Zustand oder mit einem polarisiertem Photon. Damit der Quantencomputer rechnen kann, muss man Qubits verbinden und das ermöglichen uns nur Supraleiter die eine Temperatur niedriger als 0,015 Kelvin brauchen.

### Geschichte

Die Quantencomputer sind ziemlich jung, der erste funktionierende Computer wurde im 2016 von IBM vorgestellt, am Anfang 2017 gab es auch erste verkaufte Quantencomputer. Heuer hat der beste Quantencomputer schon mindestens 54 verbundene Qubits. Um so höher die Anzahl von Qubits um so bessere Leistung, das stimmt

aber nur, wenn die Fehlerrate sehr niedrig ist. Schon vor funktionierenden Quantencomputern gab es Algorithmen für Quantencomputern. Shor hat gezeigt, daß man eine  $n$ -stellige Zahl mit einem Quantencomputer in einer Zeit, die proportional zu  $n^3$  ist, in Primfaktoren zerlegen kann. [1]

### Computing

Die Quantencomputer bringen mit sich sehr hohe Rechenleistung, und zwar darum, weil sie ganz anders die Probleme lösen. Man könnte es an einem Beispiel von Schloss und Schlüssel darstellen. Nehmen wir an, dass wie mehrere verschiedene Schlüssel haben und einen Schloss und wollen herausfinden, welcher Schlüssel der richtige ist. Normaler Computer nimmt einen Schlüssel nach dem anderen bis man den richtigen findet. Wenn wir parallel rechnen würden, könnten wir das Schloss kopieren, bis wir die Anzahl von Schlüssel erreicht haben und dann, alle Schlüssel reingeben, das braucht aber viele Daten und Ressourcen. Der Quantencomputer gibt alle Schlüssel gleichzeitig in einen Schloss. Quantencomputer können uns in Zukunft in der Forschung viel bringen, weil sie zum Beispiel die Struktur von größeren Molekülen berechnen können, wo die normale Computer nicht mehr ausreichen. Es könnte aber auch ein Gefahr sein, weil mit der Rechenleistung kann man schneller die ganze Zahlen faktorisieren und das könnte zum Durchbruch von RSA Verschlüsselung führen.

## DNA-Computing

### Biocomputer

Biocomputer sind Computer die statt oder neben den Transistoren und unterschiedlichen Spannungen auch mit biologischem, organischem Material arbeiten. Topologisch können wir die Biocomputer auf biochemische, biomechanische und bioelektronische Computer aufteilen. Im Vergleich zu Quantencomputer, der sehr hohe Rechenleistung hat, geht es bei biologischen Computer eher um die Datenspeicherung, und dazu wird hauptsächlich DNA verwendet, weil es wahnsinnig viele Daten speichern kann.

### Computing

Die Datenverarbeitung wird mit Hilfe von biologischen Systemen durchgeführt. Die DNA

kann sogar zum Programmieren verwendet werden. Bei DNA-Computer kann jeder Strang der DNA als Prozessor verwendet werden und das ermöglicht Parallelismus anwenden. Derzeit ist aber ein DNA-Computer immer noch eher an theoretischer Ebene. In Zukunft könnte man es brauchen hauptsächlich in Datenbanksystemen, es gibt schon sogar query language die sich DNAQL nennt.

### References

References need not be cited in text. When they are, they appear on the line, in square brackets, inside the punctuation. Multiple references are each numbered with separate brackets. When citing a section in a book, please give the relevant page numbers. In text, refer simply to the reference number. Do not use "Ref." or "reference" except at the beginning of a sentence: "Reference [4] shows ... ." Please do not use automatic endnotes in *Word*, rather, type the reference list at the end of the paper using the "References" style.

Reference numbers are set flush left and form a column of their own, hanging out beyond the body of the reference. The reference numbers are on the line, end with period. In all references, the given name of the author or editor is abbreviated to the initial only and precedes the last name. Use them all; use *et al.* only if names are not given. Use commas around Jr., Sr., and III in names. Abbreviate conference titles. When citing IEEE transactions, provide the issue number, page range, volume number, year, and/or month if available. When referencing a patent, provide the day and the month of issue, or application. References may not include all information; please obtain and include relevant information. Do not combine references. There must be only one reference with each number. If there is a URL included with the print reference, it can be included at the end of the reference.

Other than books, capitalize only the first word in a paper title, except for proper nouns and element symbols. For papers published in translation journals, please give the English citation first, followed by the original foreign-language citation. See the end of this document for formats and examples of common references. For a complete discussion of references and their formats, see the IEEE style

manual at <http://www.ieee.org/authortools>.

## CONCLUSION

Damit haben wir einiges gebracht zum Thema Quantencomputer und DNA-Computer. Der Hauptunterschied zu den normalen Computern liegt in der Bitdarstellung. Quantencomputer können die Rechenleistung in Zukunft noch viel ändern, wobei die DNA-Computer eher zur Datenspeicherung dienen können. Die Technologie von beiden ist sehr interessant und es wird noch spannend, wie es die Zukunft von Computerwissenschaft ändern kann. Wahrscheinlich werden aber nicht DNA-Computer oder Quantencomputer unsere PC zu Hause ersetzen.

## REFERENCES

1. @article{article, author = Novak, Erich, year = 2007, month = 01, pages = 31-38, title = Was Können Quantencomputer?, volume = 54, journal = Mathematische Semesterberichte, doi = 10.1007/s00591-006-0013-8}
2. G. M. Amdahl, G. A. Blaauw, and F. P. Brooks, "Architecture of the IBM System/360," *IBM J. Res. & Dev.*, vol. 8, no. 2, pp. 87–101, 1964. (journal)
3. IBM Corporation, IBM Knowledge Center - IBM Secure Service Container (Secure Service Container). [Online]. Available: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/HW11R/com.ibm.hwmca.kc\\_se.doc/introductiontotheconsole/wn2131zaci.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/HW11R/com.ibm.hwmca.kc_se.doc/introductiontotheconsole/wn2131zaci.html) (URL)
4. J. Williams, "Narrow-band analyzer," PhD dissertation, Dept. of Electrical Eng., Harvard Univ., Cambridge, MA: 1993. (Thesis or dissertation)
5. J. M. P. Martinez, R. B. Llavori, M. J. A. Cabo, et al., "Integrating data warehouses with web data: A survey," *IEEE Trans. Knowledge and Data Eng.*, preprint, Dec. 21, 2007, doi:10.1109/TKDE.2007.190746. (PrePrint)
6. W.-K. Chen, *Linear Networks and Systems*, Belmont, CA: Wadsworth, pp. 123–135, 1993. (book)
7. S. P. Bingulac, "On the compatibility of adaptive controllers," *Proc. Fourth Ann. Allerton Conf. Circuits and Systems Theory*, pp. 8–16, 1994. (conference proceedings)
8. K. Elissa, "An overview of decision theory," unpublished. (Unpublished manuscript)
9. R. Nicole, "The last word on decision theory," *J. Computer Vision*, submitted for publication. (Pending publication)
10. C. J. Smith and J. S. Smith, Rocky Mountain Research Laboratories, Boulder, CO, personal communication, 1992. (Personal communication)

**First A. Author** current employment (is currently with XYZ Corporation, New York, NY, USA). Author's latest degree received or which he/she is currently pursuing (He received the B.S. degree and the M.S. degree....). Author's research interest. Association with any official journals or conferences; major professional and/or academic achievements, i.e., best paper awards, research grants, etc.; any publication information (number of papers and titles of books published). Author membership information, e.g., is a member of the IEEE and the IEEE Computer Society, if applicable, is noted at the end of the biography. Biography is limited to single paragraph only (He is a member of IEEE, etc.). All biographies should be limited to one paragraph, five to six sentences, consisting of the following: (e.g., "Dr. Author received a B.S. degree and an M.S. degree ..."), including years achieved; association with any official journals or conferences; major professional and/or academic achievements, i.e., best paper awards, research grants, etc.; any publication information (number of papers and titles of books published); current research interests; association with any professional associations. Author membership information, e.g., is a member of the IEEE and the IEEE Computer Society, if applicable, is noted at the end of the biography. Contact him/her at faauthor@xyz.com.

**Second B. Author, Jr.**, is with ABC Corporation, Bblingen, Germany. Ms. Author's biography appears here. Contact him/her at sbauthor@abc.com.

**Third C. Author, III**, is with DEF Corporation, Tokyo, Japan. Dr. Author's biography appears here. Contact him/her at tcauthor@def.com.