



Evaluierung einer Co-Prozessorarchitektur zur Beschleunigung einer EEG-Datenverarbeitung

—

Proposal zur Masterarbeit im Studiengang Systems Engineering

Author: Johannes Teiwes

1. Prüfer: Prof. Dr. Frank Kirchner

2. Prüfer: Dr. N.N.

1 Motivation

Im Rahmen des VI-Bot Projekts am DFKI Bremen wurde ein Framework zur Verarbeitung und Klassifikation von EEG-Daten erstellt (aBRI-DP). Dieses Framework ist flexibel einsetzbar und kann sowohl bereits aufgenommene Daten verarbeiten, als auch online EEG-Daten aufgrund von bestimmten Merkmalen klassifizieren. Je nach Konfiguration werden an bestimmten Stellen in der Verarbeitung Operationen auf den Daten ausgeführt, welche auf herkömmlichen Hardware- und Software Plattformen erhebliche Rechenzeit benötigen (z.B. Normalisierung oder Dezimierung).

Insbesondere vor dem Hintergrund, dass das Verarbeitungs- und Klassifikationsframework in Zukunft in ein tragbares Gerät integriert werden soll, ist es wichtig, diese Operationen energieeffizient, schnell und ausreichend genau auszuführen, sodass eine korrekte Klassifikation und Funktion gewährleistet werden kann.

Aktuell wird die Dezimierung (Subsampling) auf der Serverseite auf einer Grafikkarte (GPU) mittels der Programmierschnittstelle CUDA von Nvidia, oder im aBRI-DP auf einem Multicore System ausgeführt. Die Auswahl einer Untermenge der vorliegenden Samples ist dabei nicht sehr aufwändig. Bevor aber einzelne Samples ausgewählt werden, müssen mit einem Low-Pass Filter alle im Signal existenten Frequenzen oberhalb der Nyquist-Frequenz entfernt werden. Die dabei ausgeführte Transformation in den Frequenzbereich oder Faltung im Zeitbereich lässt sich z.B. auf einer Grafikkarte performant umsetzen.

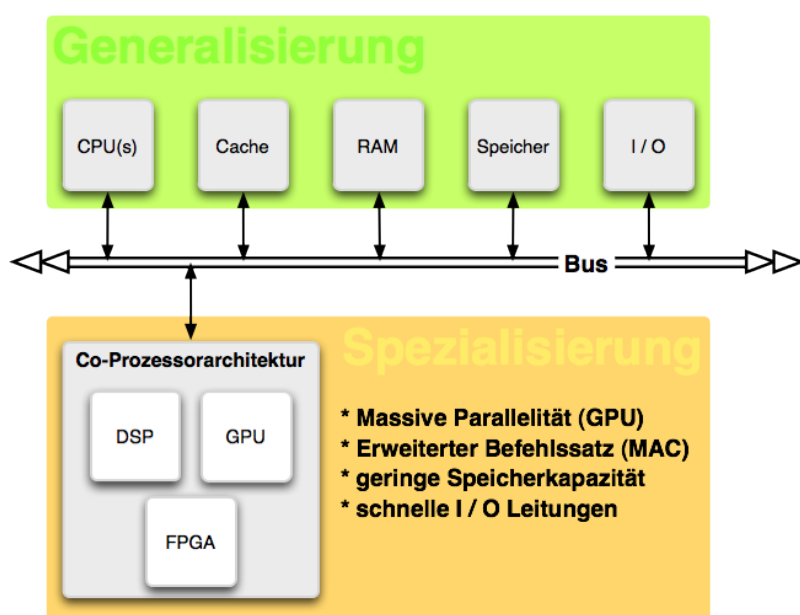


Abbildung 1: Co-Prozessorarchitekturen im Gesamtsystem

Für die Operationen wie z.B. Dezimierung und Normalisierung können einem Hauptprozessor verschiedene Hardwareplattformen als Co-Prozessor zur Verfügung stehen, Siehe Abbildung 1. Jede Co-Prozessorarchitektur bietet verschiedene Vor- und Nachteile. Die Priorität zur Bewertung soll auf der Verwendung im aBRI-DP gelegt sein. Weiterhin werden die dabei gefundenen Konzepte praktisch auf einem FPGA umgesetzt und anschließend gegenüber der Performance der bestehenden Lösung getestet.

2 Arbeitspakete

AP1: Analyse rechenaufwändiger Komponenten und Ermittlung von Performance Kennlinien

AP1.1: Innerhalb dieses Arbeitspaketes werden einzelne rechenaufwändige Verarbeitungsschritte, wie z.B. Normalisierung und Dezimierung (Subsampling), untersucht. Bei dieser Analyse werden Stellen in der Verarbeitung identifiziert, dessen Implementierung in spezialisierter Hardware die Performance des Gesamtsystems positiv beeinflusst. Die Performance wird hierbei primär zeitlich betrachtet. Weiterhin werden am Ende dieses Arbeitspaketes Konzepte zur Umsetzung der Komponenten auf spezialisierter Hardware erstellt.

AP1.2: In diesem Arbeitspaket werden die aktuell im aBRI-DP verwendeten Komponenten (Normalisierung, Dezimierung) anhand verschiedener Eingabeparameter charakterisiert. Dabei werden abhängig von der Kanalanzahl, Fensterlänge und der Samplingfrequenz, der zu verarbeitenden Daten, Kennlinien der Performance aufgezeichnet.

AP2: Erweiterung des Verarbeitungsframeworks und Implementierung der Signalverarbeitungsoperationen

AP2.1: In diesem Arbeitspaket wird, aufbauend auf AP1, das bestehende Framework so erweitert, dass eine Schnittstelle zu einer spezialisierten Hardware geschaffen wird. Die Schnittstelle soll so abstrakt gestaltet werden, dass es nach außen hin nicht erkennbar ist, ob dahinter die Operationen von einer CPU, GPU oder einem FPGA ausgeführt werden.

AP2.2: In diesem Arbeitspaket wird das Design der Operationen (Dezimierung, Normalisierung) auf dem FPGA stattfinden. Dabei soll das Konzept aus AP1.1 als Grundlage verwendet werden.

AP3: Test und Analyse der Ergebnisse

AP3.1: In diesem Arbeitspaket wird die in AP1 konzeptionierte und in AP2 umgesetzte Hardware getestet. Dabei gilt der derzeitige Stand (GPU, CUDA) und die Verwendung eines Multicore Systems als Referenz. Primär soll der zeitliche Aufwand für jede Operation (Dezimierung, Normalisierung) gemessen und der vorherigen Lösung gegenübergestellt werden. Ein weiterer Parameter bei dem Test ist die Fensterlänge der zu verarbeiteten EEG-Daten-Fenster, sowie die Samplingfrequenz. Interessant sind aber auch Faktoren wie Energieverbrauch und Klassifikationsgüte (z.B. durch Verwendung von Festkommaarithmetik auf dem FPGA) bei der Verwendung der verschiedenen Plattformen.

3 Ziele

- Erweiterung des aBRI-DP um eine abstrakte Schnittstelle zu externer Hardware.
- Verbesserung der zeitlichen Performance bei mindestens gleichbleibender Klassifikationsgüte.
- Entwicklung von Testfällen um Zeitmessungen zwischen verschiedenen Implementationen der Signalverarbeitungsoperationen durchzuführen.