



Doctoral Thesis

Switcherland - A scalable computer architecture with support for continuous data types

Author(s):

Oertli, Erwin Ewald

Publication Date:

2001

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004183521> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH No. 14173

Switcherland – A Scalable Computer Architecture with Support for Continuous Data Types

Dissertation

submitted to the
Swiss Federal Institute of Technology Zürich

for the degree of
Doctor of Technical Sciences

presented by
Erwin Ewald Oertli
Dipl. Informatik-Ing. ETH
born July 29, 1960
citizen of Zürich ZH

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Thomas Gross, examiner
Dr. Hans Eberle, co-examiner (supervisor of dissertation)
Dr. Chuck Thacker, co-examiner

2001

Abstract

The ever increasing computing performance of processors challenges the communication infrastructure of workstation computers as follows. Firstly, the increase in computing performance demands a comparable increase in communication bandwidth between the processor and the memory as well as the I/O devices. And secondly, because the processors are becoming powerful enough to process continuous streams of multimedia data in real-time, an interconnection structure is needed that is capable of transporting such data in real-time. Unfortunately, current workstation computers cannot address these challenges due to the properties of the underlying system interconnection structures, since they are based on busses. Bus-based interconnection structures have a fixed maximum amount of bandwidth that cannot be increased and that has to be shared among a limited number of components. Furthermore, the protocols used with these bus-based interconnection structures usually do not support continuous data types, since they are optimized for bursty usage of communication bandwidth and do not give any control over the communication bandwidth as well as the communication latency.

This dissertation describes the Switcherland computer architecture that offers a solution to the initially presented challenges. The main features of Switcherland are the use of a switch-based interconnection structure, the transfer of data in packets with fixed size, service categories for both continuous and non-continuous data types, and guaranteed bandwidth reservations. Although, such concepts are not new and have been applied to computer networks, Switcherland is unique in that it incorporates such concepts into a single workstation computer or a cluster of computer workstations. Moreover, Switcherland is much simpler and more affordable than previously described computer networks.

The Switcherland interconnection structure is based on switches and serial links. The interconnection structure can form an arbitrary topology and can grow to the size of a departmental computer system.

The Switcherland communication model is connection-oriented and based on a load/store architecture. The resources of the two service categories, more specifically bandwidth and buffer space, are reserved at connection set up time and guaranteed until the connection is closed. Furthermore, flow control is done end-to-end, which simplifies the switches considerably.

The Switcherland communication management is decentralized in that any node can determine the topology and set up connections. Therefore, there is no need for a central server.

Kurzfassung

Die ständig wachsende Rechenleistung von Prozessoren fordert die Kommunikationsinfrastruktur von Arbeitsplatzrechnern wie folgt heraus: Erstens erfordert die Zunahme der Rechenleistung eine vergleichbare Zunahme der Kommunikationsbandbreite zwischen dem Prozessor und dem Speicher sowie den I/O Komponenten. Zweitens werden die Prozessoren leistungsfähig genug, um kontinuierliche Ströme von Multimediadaten in Echtzeit zu verarbeiten. Deshalb ist eine Verbindungsstruktur erforderlich, die es ermöglicht solche Daten in Echtzeit zu transportieren. Leider können gegenwärtige Arbeitsplatzrechner diese Herausforderungen aufgrund der Eigenschaften ihrer zugrundeliegenden Verbindungsstrukturen nicht ansprechen, da diese busbasiert sind. Busbasierte Verbindungsstrukturen haben ein festes maximales Mass an Bandbreite, das nicht erhöht werden kann und unter einer beschränkten Anzahl von Komponenten aufgeteilt werden muss. Im weiteren unterstützen die in diesen busbasierten Verbindungsstrukturen verwendeten Protokolle normalerweise keine kontinuierlichen Datentypen, da sie für eine diskontinuierliche Ausnutzung der Kommunikationsbandbreite optimiert sind und keine Kontrolle über die Kommunikationsbandbreite und Kommunikationslatenz erlauben.

Diese Dissertation beschreibt die Switcherland Computerarchitektur, die eine Lösung für die eingangs dargestellten Herausforderungen aufzeigt. Die Hauptmerkmale von Switcherland sind die Verwendung einer switchbasierten Verbindungsstruktur, die Übertragung von Daten in Paketen von fester Grösse, Dienstkategorien für kontinuierliche als auch nicht-kontinuierliche Datentypen und garantierte Bandbreitenreservierungen. Obwohl solche Konzepte nicht neu sind und in Computernetzen verwendet wurden, ist Switcherland einzigartig, indem es solche Konzepte in einen einzelnen Arbeitsplatzrechner oder einen Cluster von Arbeitsplatzrechnern integriert. Ausserdem ist Switcherland viel einfacher und kostengünstiger als bisher beschriebene Computernetze.

Die Switcherland Verbindungsstruktur basiert auf Switches und seriellen Verbindungen. Die Verbindungsstruktur kann eine beliebige Topologie formen und bis zur Größe eines abteilungsweiten Computersystems wachsen.

Das Switcherland Kommunikationsmodell ist verbindungsorientiert und basiert auf einer load/store Architektur. Die Ressourcen der zwei Dienstkategorien, genauer die Bandbreite und der Pufferplatz, werden zur Zeit des Verbindungsaufbaus reserviert und bis zum Verbindungsabbau garantiert. Zudem ist die Kontrolle des Datenflusses durchgehend von Ende zu Ende, was die Switches beträchtlich vereinfacht.

Die Switcherland Kommunikationsverwaltung ist dezentral, indem jeder Knoten die Topologie bestimmen und Verbindungen aufbauen kann. Somit gibt es keinen Bedarf für einen zentralen Server.