

Intro	Abstract Purpose Past
Concepts	Attitudes Strategies Modalities
Partners	Students Teachers Institutions
Spaces	Buildings Exhibitions Interspaces
Output	Workshops Projects Events
Extras	Business Statements Glossary

Urs Beyeler : openJazz



openJazz – Kooperative Lern- und Arbeitsumgebung im Kontext elektronischer Musik.

Einleitung

openJazz beschäftigt sich mit der Frage, wie der kooperative Arbeitsprozess im Kontext elektronischer Musik durch den Einsatz einer virtuellen Umgebung unterstützt werden kann. Nach meinen bisherigen Entwicklungen im Bereich Groupware, welche zum einen auf die organisatorischen Bedürfnisse eines Bildungsinstitutes [play.hyperwerk.ch, 2000] und zum anderen auf die Kollaboration zwischen Consultingfirmen [SharingSpace, 2001] ausgerichtet waren, liegt bei dieser Arbeit der Fokus auf kreativer Zusammenarbeit. Mein Interesse liegt in der Entwicklung eines Grup-pengedächtnisses, das Informationen aus der Arbeit aufnimmt und durch die Darstellung des gemeinsamen Materials den Prozess wiedergibt. Ergänzt wird dies durch eine synchrone Kommunikationsumgebung, die mit diversen Awarenessmechanismen versehen ist. Diese Funktionen werden in eine für die Abteilung Jazz der Musikhochschule Basel entwickelte virtuelle Plattform implementiert.

Abteilung Jazz der Musikhochschule

Die Abteilung Jazz vermittelt als integrierter Bereich der Musikhochschule Basel eine berufliche Ausbildung in allen praktischen und theoretischen Zweigen der improvisierenden Musik der Gegenwart und insbesondere des Jazz. Durchgeführt wird das Hauptstudium Musikpädagogik mit Grundstudium und dem Vorkurs MHS. Ab Herbst 2002 erweitert sich das Angebot um den Hauptstudiengang Producing/Performance. Obwohl die Abteilung Jazz örtlich von der restlichen Musikhochschule getrennt ist, findet ein reger Austausch statt. Die Studierenden können Kurse der gesamten MHS belegen und sich eigene Themenkombinationen zusammenstellen.

Mit der neuen Studienrichtung Producing/Performance, die Bereiche von elektronischer Klangerfindung über Praxis im Tonstudio bis hin zu Internet-Kompetenz abdeckt, nimmt die Abteilung Jazz eine Schnittstellenrolle zwischen elektronischer und akustischer Musik ein. Dadurch wird sich auch die Zusammenarbeit mit dem Audio-Design-Lehrgang der vMHS vertiefen. Zur Vorbereitung wird bereits jetzt der zweijährige Aufbaulehrgang «Elektronik für Musiker» begleitend zum Grundstudium durchgeführt. Mit einem neu eingerichteten elektronischen Studio wird Raum für projektbezogenes Lernen, Arbeiten und Experimentieren geschaffen.

In einer schriftlichen Umfrage waren die Studierenden der Abteilung Jazz aufgefordert, sich zur internen Kommunikation, dem Informationsfluss und der Dokumentation der Arbeiten sowie deren Repräsentation nach aussen zu äussern. Dabei zeigte sich, dass die Studierenden Informationen zu Aktivitäten und Angeboten der Abteilung Jazz oft über den informellen Weg durch Mitstudentinnen erhalten. Der Austausch mit anderen Institutionen wird von vielen vermisst, der enge Kontakt zur Musikhochschule sehr geschätzt. Ein Grossteil der Befragten äusserte das Bedürfnis, schulische wie auch eigene Projekte auf einer Plattform der Öffentlichkeit präsentieren zu können.

Durch die verstärkte Aktivität im Bereich elektronischer Musik werden vernetzte Lern- und Arbeitsformen zu einem wichtigen Thema. Die Digitalisierung der Musik eröffnet neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit. Der Ort des gemeinsamen Erarbeitens erweitert sich in den virtuellen Raum. Unter diesen Voraussetzungen ist die MHS mit der Abteilung Jazz eine ideale Umgebung für die Erarbeitung einer kooperativen Lern- und Arbeitsumgebung im Kontext elektronischer Musik.

CSCW

Das interdisziplinäre Forschungsfeld der computerunterstützten Teamarbeit wird mit dem Begriff CSCW (Computer Supported Cooperative Work) bezeichnet. Es umfasst Bereiche der Informatik, Interfacegestaltung, Organisations- und Sozialwissenschaften bis hin zu ethnologischer Feldforschung. Dabei thematisierte Schwerpunkte sind Kommunikation, Information, Kooperation und Koordination. Das verwandte Forschungsgebiet CSCL (Computer Supported Cooperative Learning) befasst sich zusätzlich mit didaktischen Aspekten.

Awareness

Ein grundlegender Begriff in der CSCW-Forschung ist Awareness. Damit werden diejenigen Mechanismen bezeichnet, welche dem Benutzer Informationen zu Kooperationspartnern und deren Aktivitäten und Status vermitteln. Der englische Begriff wird verschiedentlich mit Gruppen- und Prozesswahrnehmung oder Transparenzunterstützung übersetzt. Eine der ersten Beschreibungen definiert Awareness als « ... an understanding of the activities of others, which provides a context for your own activity.» [Dourish, Pellotti, 1992]. Ein differenzierteres Modell geht von verschiedenen Awarenessstypen aus. Die Gruppenwahrnehmung (Group-Awareness) vermittelt Informationen zu aktuellen oder vergangenen Aktivitäten anderer Benutzer in gemeinsamen Arbeitsbereichen, sowie deren momentanen Zustand bezüglich Erreichbarkeit, Beschäftigung und Kommunikationsbereitschaft. Die Prozesswahrnehmung (Workspace-Awareness) zeigt die Auswirkungen der Benutzeraktivitäten auf den Arbeitsprozess. Die Kontextwahrnehmung (Context-Awareness) verhindert eine Informationsüberflutung des einzelnen Benutzers indem sie die für ihn relevanten Informationen aus der Gruppen- und Prozesswahrnehmung herausfiltert. Die periphere Wahrnehmung (Peripheral-Awareness) bezeichnet Mechanismen, welche Informationen vermitteln ohne den Benutzer bei seiner eigenen Arbeit zu beeinträchtigen.

Der Einsatz von Awareness in Lern- und Arbeitsumgebungen fördert besonders die sozialen, kommunikativen und koordinativen Aspekte. Durch die Wahrnehmung der Kooperationspartner kann die direkte Kommunikation und somit die Teamarbeit massgeblich verbessert werden.

Gruppenartefakte

Während eines Arbeitsprozesses in einer Gruppe entsteht gemeinsames Material, welches eine wichtige Ressource für das Voranschreiten des Projektes darstellt. Nach einer Aussage von Schrage [Schrage, 1990] kann eine Gruppe desto kreativer Arbeiten, je geeigneter das zur Verfügung stehende Material ist. Diese Gruppenartefakte dienen als Zwischenspeicher des Arbeitsprozesses und Bezugspunkte im direkten Austausch. Es lassen sich Quer- und Rückbezüge herstellen, wodurch die Kommunikation an Tiefe gewinnt. Anhand des gemeinsamen Materials lassen sich gedankliche Modelle kommunizieren, korrigieren und verifizieren. Das besondere Interesse einer kreativ arbeitenden Gruppe liegt darin, einen spielerischen Umgang mit Ideen und Informationen im gemeinsamen Material pflegen zu können.

Groupware

Als Groupware werden konkret eingesetzte CSCW-Werkzeuge zur Unterstützung der Gruppenarbeit bezeichnet. Der Schwerpunkt liegt auf den Aspekten Kooperation und Kommunikation. Die klassische Einteilung der unterstützten Funktionen erfolgt nach deren Zeit- und Ortsbezug, also synchron/asynchron sowie zentral/dezentral.

Als Beispiel einer kollaborationsorientierten asynchronen Groupware-Anwendung soll hier BSCW (Basic Support for Cooperative Work) [Bentley, 1997] angeführt werden. Dabei handelt es sich um ein Client-Server-System, bei dem der Benutzer durch einen gängigen Webbrowser auf seinen persönlichen Bereich zugreifen kann. Darin können verschiedenste Objekte wie Dokumente, Adressen, Termine oder Notizen angelegt, bearbeitet, verwaltet und mit anderen Benutzern geteilt werden.

In die Kategorie der kommunikationsorientierten synchronen Anwendungen fallen die sogenannten Instant-Messenger wie ICQ [ICQ, 1998], mit denen Nachrichten in Echtzeit ausgetauscht werden können. Durch die zusätzliche Darstellung von Informationen zu Präsenz und Erreichbarkeit der Kommunikationspartner wird die Gruppenwahrnehmung unterstützt.

Auditory Display

Das Forschungsfeld Auditory Display umfasst die Bestrebungen, komplexe Daten mit nonverbalem Audio wieder-zugeben und zu vermitteln. Besondere Beachtung gilt dabei der Echtzeitgenerierung von strukturiertem Sound sowie dem Rezipienten als Zuhörer [Kramer, 1994]. Beim Einsatz von Auditory Display wird zwischen den folgenden drei Techniken unterschieden. Sonification [ICAD, 1997] bezeichnet die Generierung von akustischen Signalen aus vorhandenen Daten und Relationen. Den verschiedenen Datenwerten und -typen werden Parameter wie beispielsweise Lautstärke, Dauer, Geschwindigkeit, Tonlage oder Klangfarbe zugeordnet. Das Ziel ist eine auditive Überwachung und Analyse von Daten. Earcons [Blattner, 1989] sind zusammengestellt aus kurzen, rhythmischen Motiven mit variablen Parametern. Durch die Kombination einzelner Motive lässt sich eine Vielzahl neuer Aussagen generieren. Auditory Icons [Mynatt, 1994] sind kurze Klänge, welche uns aus alltäglichen Situationen bekannt sind und sofort Assoziationen auslösen.

Auditory Display und CSCW

In der CSCW-Forschung wird Auditory Display in erster Linie im Zusammenhang mit Awareness thematisiert. In der Studie «The ARKola Simulation» [Gaver, 1991] wird den Auditory Icons eine fördernde Wirkung in kooperativen Arbeitssituationen zugeschrieben, welche dann in dem Papier «Sound Support for Collaboration» [Gaver, 1991] nochmals ausführlich behandelt wurden. Die Systeme «GroupDesign» [Beaudouin-Lafon, 1992] und «OutToLunch» [Cohen, 1994] setzen Sound im Bereich der passiven Gruppenwahrnehmung ein. Auditory Icons und Earcons werden auch in der Interfacegestaltung eingesetzt.

Der «SonicFinder» [Gaver, 1989] erweitert die Apple Systemoberfläche mit Klängen und Tönen, und «The audible Web» [Albers, 1995] ergänzt den Webbrowser Mosaik mit Audiofeedback. Das Datenbankinterface «BROWSE» [Fernström, 1997] unterstützt ein Navigieren nach Audiosignalen und wurde anhand des Datenbestandes einer Irischen Volksmusiksammlung erprobt. Der Einsatz von Auditory Display in Groupware, und besonders in webbasierten Anwendungen, ist noch immer recht selten. Dies ist auch auf eine mangelnde Unterstützung strukturierter Audiodaten und den hohen Anspruch an Bandbreite zurückzuführen.

Computerunterstützte Kooperation in der Musik

Computerunterstützte Kooperation in der Musik ist kein neues Thema. Aber obschon nun fast 20 Jahre seit den ersten vernetzten Kompositions- und Performance-Experimenten vergangen sind, bleibt die Liste der realisierten Projekte überschaubar. Am Audiovisual Institute der Pompeu Fabra University, Barcelona, entstand 1997–2001 «FMOL» [Jordà, 1999] ein kooperatives Kompositionswerkzeug mit Echtzeitklangsynthese, das unter Verwendung eines MIDI-Plugins mit gebräuchlichen Webbrowsern bedient werden kann. Am selben Institut wird am «Public Sound Object» [Barbosa, 2001] gearbeitet, einem serverseitigen Echtzeitsynthesizer, der in einem kooperativen Prozess über ein Webinterface gesteuert wird. 1997 ging William Duckworth's «Cathedral» [Duckworth, 1997], die als erste zeit- und ortsunabhängige Konzerthalle bezeichnet wird, online. Diese ermöglicht durch die Beteiligung von Musikern rund um den Erdball ununterbrochene Produktionen über mehrere Tage. Die Besucher können sich Live- wie auch archivierte Konzerte anhören und mit virtuellen Instrumenten selbst experimentieren.

In der «BrainOpera» [Machover, 1996] kann zu festgelegten Zeiten mit dem webbasierten virtuellen Instrument «The Palette» an real stattfindenden Performances teilgenommen werden. Das Ergebnis wird über einen Streamingkanal zurückgegeben. Das «RocketNetwork» [RocketNetwork, 1994] erweitert die gängigen Sequencer- und Editierprogramme Cubase, Logic und Pro Tools mit virtuellen Studios, in denen kooperatives Arbeiten über das Internet möglich ist.

Beobachtungen an der Abteilung Jazz

Während verschiedenen Unterrichtsbesuchen und Gesprächen zu Arbeitsprozessen und -techniken, die ich mit Studierenden und Dozenten der Abteilung Jazz geführt habe, traten drei Aspekte immer wieder in den Vordergrund: Zeit, Kommunikation und Teamarbeit.

Musik ist die Kunst in der Zeit, wie die Skulptur im Raum oder das Gemälde auf der Fläche [Berendt, 1953]. Dies trifft sowohl auf das Komponieren wie auch auf das Interpretieren der Musik zu. Tempo und Rhythmus strukturieren die Musik in der Zeit. Gerade im Jazz wird durch Techniken wie Swing oder Off Beat [Berendt, 1953] eine unverkennbare Dynamik geschaffen, die sich direkt auf unser Zeitgefühl auswirkt. Auch physikalisch benötigt jeder Klang einen gewissen Zeitraum, um sich akustisch entwickeln zu können.

Die Kommunikation ist ein zentraler Bestandteil der Arbeit unter Musikern. Der Austausch erfolgt über mehrere Kanäle wie Mimik, Körperhaltung, Zeichen, Sprache und der Musik selbst. In der freien Improvisationstechnik des Jazz müssen die Absichten und Erwartungen im Tempo der Musik kommuniziert und verstanden werden. Das Publikum als Rezipient der Musik ist ein weiterer Kommunikationspartner, der durch Feedback auf die Performance reagiert.

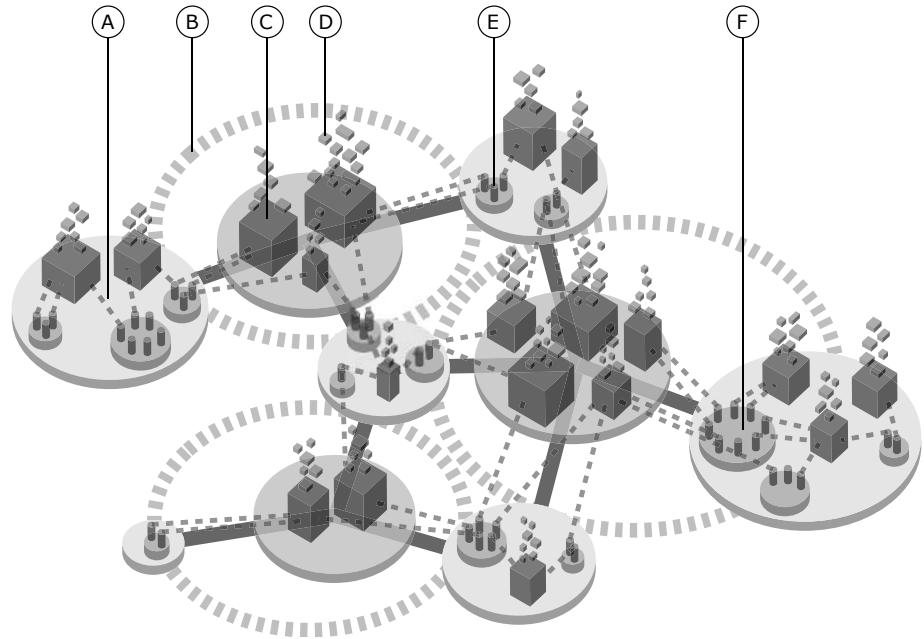
Das Interpretieren von Musik ist eine kreative Teamarbeit, bei der jeder Teilnehmende eine definierte Aufgabe übernimmt. Sogenannte Jamsessions, bei denen sich informelle Gruppen von Musikern bilden, um gemeinsam zu improvisieren, stellen höchste Ansprüche an die Teamfähigkeit aller Beteiligten. Um diese freie und flüchtige Zusammenarbeit pflegen zu können, braucht es aber die feste Struktur von Lokalen und Institutionen wie Jazzklubs oder der Jazzschule.

Das Kolearum

Den Arbeitsprozess einer kreativ kooperierenden Gruppe betrachte ich als einen zeitbasierten Vorgang, durch welchen ein gemeinsamer Informationsraum geschaffen wird. Darin werden Materialien gesammelt, bearbeitet und ausgetauscht mit dem Ziel, Ideen und Ansätze weiterzuentwickeln. Diese stehen in einem zeitlichen wie auch inhaltlichen Kontext zueinander, bauen aufeinander auf und sind untereinander verknüpft. Dadurch wird Wissen generiert, gespeichert und weitergegeben. Diskussionen und Gespräche zwischen Benutzern stehen in einem direkten Bezug zu den gesammelten Materialien und dem aktuellen Stand des Arbeitsprozesses. Die kooperative Lern- und Arbeitsumgebung Kolearum setzt an diesen Punkten an und unterstützt die Schaffung eines gemeinsamen virtuellen Raumes, der sich auf Inhalten und Verknüpfungen basierend dynamisch verändert.

Erreichbarkeit

Die heterogene Infrastruktur eines Bildungsinstitutes erfordert die Möglichkeit eines Standort-, Zeit- und Systemunabhängigen Zugriffs. Das webbasierte Client-Server-System des Kolearums ermöglicht den Zugang durch einen gängigen Webbrowser über das Internet.



A: Institution B: Netzwerk C: Raum D: Material E: Benutzer F: Gruppe

Struktur

Die Struktur des Kolarums basiert auf einem Modell vernetzter Institutionen, Gruppen und gemeinsamen Bereichen. Die Benutzer, welche einer oder mehreren Gruppen angehören, können sich, gewissen Regeln folgend, zu Arbeitsteams zusammenschließen. Die nach einfachen Prinzipien aufgebaute Struktur ermöglicht eine flexible Bildung temporärer gemeinsamer Arbeitsbereiche.

Berechtigungen und Rollen

Im Kontext der Institutionen, Gruppen und Arbeitsbereiche werden den Benutzern spezifische Rollen, die angepasst und ergänzt werden können, zugewiesen. Den verschiedenen Rollen können einzelne Berechtigungen vergeben und entzogen werden. So lässt sich der Zugriff auf jedes Objekt fein skalieren

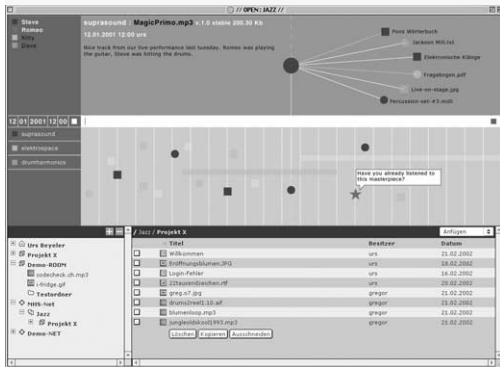
Gemeinsamer Arbeitsbereich

Die gemeinsamen Arbeitsbereiche dienen als Behälter von Gruppenartefakten, die während des Arbeitsprozesses anfallen. Dieses gemeinsame Material wird in Objekten mit spezifischen Eigenschaften, Funktionen und Inhalten wie Bildern, Texten und Tönen, aber auch Hyperlinks und Terminen festgehalten. Konsequent werden über alle Objekte Metadaten gespeichert, welche Informationen über Status, Version, bisherige Änderungen, inhaltliche Kategorisierung, Wichtigkeit, Autorenschaft und Verlinkung im Kontext anderer Objekte enthalten. Diese Art von Gruppengedächtnis dokumentiert den Prozess wie auch die Ergebnisse eines Projektes.

Interface

Das dreiteilige Interface verschafft dem Benutzer unterschiedliche Informationszugänge. Zum einen werden in einer übersichtlichen Baumhierarchie und Listendarstellung alle Netzwerke, Institute, Gruppen und Arbeitsräume sowie deren Inhalte wiedergegeben. Diese Darstellung ist den meisten Computeranwendern vertraut und ermöglicht einen raschen Einstieg.

Das zentrale Element des Interfaces ist jedoch die frei skalierbare und dynamische Zeitachse, die verschiedene Informationen zu dem gemeinsamen Material visuell wie auch akustisch wiedergibt. Die horizontale Position stellt einen direkten Bezug zum Erstellungs- oder letzten Änderungsdatum her, während die vertikale Achse über die Wichtigkeit des Artefaktes in Bezug auf den Arbeitsprozess liefert. An der Form ablesbar ist die Art des Inhaltes, ob es sich also beispielsweise um einen Text, einen Hyperlink, ein Tondokument oder ein Bild handelt. Die Informationen aus den Metadaten werden verwendet, um aus verschiedenen Klangparametern aussagekräftige Tonsequenzen zu generieren.



Neben dem hierarchischen und dem zeitlichen Ordnungssystem sind die Objekte auch in ihrer Beziehung zu anderen Inhalten dargestellt. Die Kontextverlinkung hilft dabei, Gedankengänge und Arbeitsschritte nachvollziehbar und transparent zu gestalten.

Die Gruppenwahrnehmung wird durch Avatare, stellvertretende Darstellungen der Kooperationspartner, unterstützt. Die Avatare setzen sich zusammen aus visuellen und akustischen Elementen und können so auch passiv wahrgenommen werden. Sich nähernde Avatare vermitteln über Lautstärke, Balance und Klangart Informationen zu ihrer Entfernung, Richtung und Identität.

Kommunikation

Bei einem Zusammentreffen zweier oder mehrerer Avatare kann ein synchroner Austausch stattfinden. Die beteiligten Benutzer bilden nun einen temporären Kommunikationsraum. Das vorhandene gemeinsame Material schafft dabei einen inhaltlichen Bezug und hilft, die Gespräche prozessbezogen zu führen. So generierte Informationen können im Kontext abgesichert werden und bleiben für abwesende Kooperationspartner oder spätere Rückbezüge erhalten.

Technik

Die technische Umsetzung basiert auf diversen Open-source-Anwendungen. Besonders hervorzuheben ist dabei der auf Python [van Rossum, 2002] basierende Applikationsserver Zope [Zope.com, 2002], welcher den Webserver, die Middleware wie auch die Objektdatenbank beinhaltet. Der konsequente objektorientierte Aufbau von Zope erlaubt eine sehr modulare Entwicklung von Applikationen wie dem Kolarum. Das auf Webapplikationen ausgerichtete API stellt alle wichtigen Standards und Schnittstellen zur Verfügung.

Die Kommunikation zwischen der in Shock-wave/Flash [Macromedia, 1996] realisierten Benutzeroberfläche und der Objektdatenbank läuft über das standardisierte Protokoll XML-RPC [Userland, 1998]. Die Echtzeitfunktionen werden durch den ebenfalls pythonbasierten XML Socketserver Swocket [Ippolito, 2001] geregelt. Die datenintensiven Binaries werden im Filesystem abgelegt und sind nur durch ihre Metadaten in der Objektdatenbank vertreten. Diverse Konvertierungs-, Auslese- und Manipulationsfunktionen werden von Pythonmodulen übernommen, dabei auch die SWF-Bibliothek Ming [Opaque, 2001] und die Bitmap-Library PIL [PythonWare, 2000].

Rück- und Ausblick

Bei der Einarbeitung in das Themengebiet der elektronischen Musik wurde schnell klar, dass ich mich auf gewisse Teilaspekte beschränken muss. Ich setzte erst den Fokus auf die kooperativen Aspekte im Zusammenhang mit vernetzten Medien, was mich in die Richtung von virtuellen Instrumenten und dezentralen Performances führte. Davon kam ich wieder weg, weil ich zuwenig über Soundsynthese, Modulation und dergleichen weiss. Ich konzentrierte mich fortan auf den einer Performance vorausgehenden Arbeitsprozess, also auf eine kreative und schöpferische Arbeit, die in der Gruppe stattfindet. Dazu setzte ich mich mit der Rolle von Sound und Musik in der CSCW-Forschung auseinander. An den verfolgten Ansätzen von Gruppen- und Prozesswahrnehmung und gemeinsamen, temporären, virtuellen Räumen möchte ich auch in Zukunft weiterarbeiten.

Quellen

- _play.hyperwerk.ch, HyperWerk, 2000, <http://play.hyperwerk.ch>
- _SharingSpace, Flexient GmbH, 2001, <http://www.sharingspace.net>
- _Dourish P. and Pellotti V. Awareness and Coordination in Shared Workspaces. Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW'92), Toronto, Ontario, ACM Press, 1992
- _Schrage M. Shared Minds – The new technologies of collaboration. Random House, New York, 1990
- _Bentley, R. et Al. Basic Support for Cooperative Work on the World Wide Web. Academic Press, 1997 <http://bscw.gmd.de>
- _ICQ Instant Messenger, 1998 <http://www.icq.com>
- _Kramer, G. An Introduction to Auditory Display. In G. Kramer (Hrsg.), Auditory Display: Sonification, Audification and Auditory Interfaces. Addison-Wesley, Deutschland, 1994
- _ICAD Sonification Report, 1997 <http://www.icad.org/websiteV2.0/References/nsf.html>
- _Blattner, M. et Al. Earcons and icons: Their structure and common design principles. Human Computer Interaction, 1989 <http://www.dcs.gla.ac.uk/~stephen/>
- _Mynatt, E. D. Designing with Auditory Icons. Proceedings of the ICAD'94, Santa Fe, 1994
- _Jordà, S. F@ust Music On-Line: An approach to Real-Time Collective Composition on the Internet. Leonardo Musical Journal, 1999 <http://www.iau.upf.es/~sergi/FMOL/>
- _Barbosa, Kaltenbrunner. Public Sound Object, 2001 <http://iua.upf.es/~abarbosa/pso/pso-proposal.html>
- _Duckworth, W. Cathedral. 1997 <http://www.monroestreet.com/Cathedral/main.html>
- _Machover, B. BrainOpera. MIT, 1996 <http://lethe.media.mit.edu/first-page.html>
- _RocketNetwork, 1994 <http://rocketnetwork.com>
- _Gaver et al. Effective Sound in Complex Systems: The ARKola Simulation. Proceedings of Human Factors in Computing Systems. ACM Press, New York, 1991
- _Beaudouin-Lafon M. and Karsenty A. Transparency and Awareness in a Real-Time Groupware System. Proceeding of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology. (UIST'92) ACM Press, New York, 1992

_Cohen, J. Out to Lunch: Further Adventures in Monitoring Background Activity. Proceedings of the international conference on auditory display. Santa Fe, 1994.

_Gaver, W. W. Sound Support for Collaboration. In Proceedings of ECSCW'91, Kluwer, Dordrecht, 1991

_Gaver, W. W. The Sonic Finder: An Interface that Uses Auditory Icons. ACM Press, Austin, Texas, 1989

_Albers, M. C. The audible web: Auditory enhancements for Mosaic. Proceeding of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, 1995

_Fernström, J. M. Explorations in Sonic Browsing. BCS HCI'97, Bristol, UK, Springer Verlag, London, 1997

_Berendt, J.-E. Das Jazzbuch. Fischer, Frankfurt, 1953

_Van Rossum, G. Python, 2002 <http://www.python.org>

_Zope.com Zope, 2002 <http://www.zope.org>

_Macromedia, OpenSWF, 1996 <http://www.openswf.org>

_Userland, XML-RPC, 1998 <http://www.xml-rpc.com>

_Ippolito, B. Swocket, 2001 <http://swocket.sourceforge.net>

_Opaque, Ming, 2001 <http://www.opaque.net/ming>

_PythonWare, PIL, 2000 <http://www.pythonware.com/library/the-python-imaging-library.htm>

uns
dipl.
tel
e-mail

beyeler
FH
Interaktionsleiter
+41 78 633 92 83
ubeahyberwerk.ch