

Aurora: Eine Open-Source-Plattform für Analog / Digital Steuerung und Interaktive

Ambiente Beleuchtung in einem traditionellen DJ-Form-Faktor

Matt Aldrich
aldrich@runbox.com

Mike Garbus
mgarbus@vt.edu

Maro Sciacchitano
maro.sciacchitano@gmail.com

1.02.2009

Übersetzung

Dennis-Christoper Tolliver
tolliverdennis@hotmail.com

Zusammenfassung - Die Aurora-Plattform ist ein USB-betriebenes Dual-MCU Datenerfassungs Gerät in einem typischen DJ Form Faktor. Dieses Open-Source-Produkt vereint viele Funktionen die häufig in gewerblichen MIDI-Controller fehlen. Aurora enthält vertikale und horizontalen Fader sowie Drehknöpfe und hinterleuchtete Tasten. Neben der totalen Kontrolle der PC-MIDI Software, erhöht Aurora die Benutzer-Leistung mit drei unabhängigen LED-Treiber um roten, grünen und blauen LEDs an der Unterseite der Leiterplatte für Ambiente Lichteffekte zu sorgen. Die Kosten sensible Verpackung, und niedrige Produktion Kosten machen Aurora in hohem Maße wettbewerbsfähig mit bestehenden kommerziellen Produkten.

I. EINLEITUNG

Moderne Audio-und visuelle Software Plattformen sind konsequent gleich oder übertreffen vergleichbare Hardware. Die relativ niedrige Kosten und außergewöhnliche kreative Kontrolle über diese Plattformen, kombiniert mit dem Mangel an erschwinglichen Instrumenten und Geräte, hat für viele Künstler ernsthaft in Erwägung ziehen lassen die Vorteile eines Computer unterstützten Aufbaus zu benutzen. Zu oft spielt der Anwender eine starke Rolle bei der Entwicklung. Nicht nur für Software-Sets, sondern auch die Form und Funktion von Geräten zur Steuerung dieser Software. Viele dieser Software-Pakete sind MIDI-kompatibel. In den meisten Fällen kann die Software leicht mit einem externen MIDI-Controller oder ein MIDI-kompatiblen Gerät betrieben werden. Da die Kunst der PC-basierte Performance sich immer weiter entwickelt, haben traditionelle Hersteller wie Pioneer, Vestax, und M-Audio sie für spezielle Hardware und Anwendungen zugeschnitten. Bis heute haben

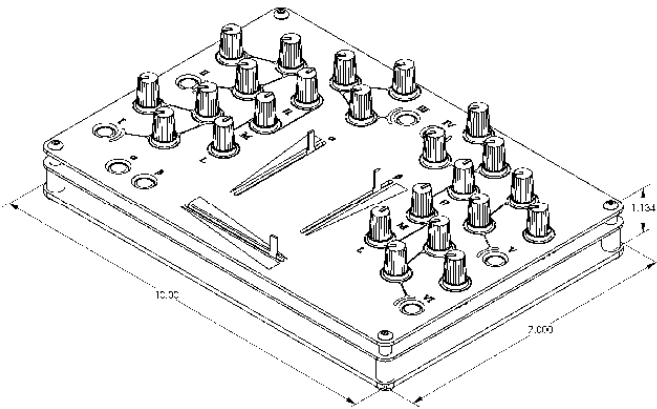
kommerzielle MIDI-Geräte nicht den traditionellen Layout und Attraktivität eines Analoges Mixers. Darüber hinaus vermeiden aktuelle Designs Strom hungrige Funktionen wie Hintergrundbeleuchtung. Der Aurora-Mixer setzt sich mit diesen Fragen auseinander. Es bietet erweiterte Funktionalität die nicht in konventionellen Controller vorhanden sind. Aurora vereint MIDI-Controller und Audio-Mixer in ein tragbare und intuitive Plattform. Im Gegensatz zu ähnlichen Geräten, ob analog oder digital, bietet Aurora visuelles Feedback, die so eingestellt werden kann wie der Benutzer es braucht. Dieser Vortrag beschreibt Aurora im Detail. Das Konzept und das Design werden erläutert. Gründliche Beschreibungen der Mixer-Hardware und Firmware werden ebenso vorgestellt.

II. Die AURORA-Plattform

Das ursprüngliche Konzept für den Aurora 224 war es, ein tragbares und praktisches USB-MIDI-Gerät in der vertrauten Form eines Zwei-Kanal-Audio-Mixers zu konstruieren. Darüber hinaus gab es den Wunsch etwas zu schaffen das "Open Source" ist und gleichzeitig für etwas für Hersteller. Diese Anforderungen, verbunden mit visuellem Feedback - letztlich in Form von unten montierten LEDs - leiteten die Gestaltung des Auroras. Wie bei vielen Geräten kann die Nützlichkeit eines Mischpults zum größten Teil an der Leichtigkeit gemessen werden, mit der man es verwenden kann. In einem tragbaren Gerät konkurrieren Mobilität konkurriert mit Ergonomie über die räumlichen Ressourcen. Aurora, nur 18 x 25cm, hat die selbe Ausstattung wie ein klassischen Mixer - Cross-Fader, EQ-Ebenen, Kanal Auswahl Tasten – die Benutzung von einer Fläche kleiner als ein Blatt Papier mit 18 Knöpfen und sechs Tasten. Das Layout und die Gestaltung dieser Komponenten ist besonders wichtig. Nicht nur das sich dies auf den Nutzen sondern auch direkt Einfluss darauf hat wie leicht

die Elektronik konzipiert werden kann und integriert wird.

Abbildung 1 – Aurora-Mixer



Die Balancierung dieser Gleichung begann mit der Gruppierung der Effekt Knöpfe in Dreiecken, jeder mit einer Taste. Diese Gruppierung ist nicht nur optisch interessant, sondern vermittelt auch eine Vielzahl von Informationen für den Benutzer. Dadurch dass die Platzierung symmetrisch ist, können die Dreiecke automatisch und auch auf einfache Weise, die für sie zugewiesene Funktion einfach verfolgt werden. Von Bedeutung ist auch die Beleuchtung der Knöpfe. Mixer sind in der Regel bei schlechten Lichtverhältnissen, und MIDI-Geräte sind so gut wie immer in der Nähe von einem Computer Bildschirm, die negative Auswirkung auf die Sehfähigkeit bei schwachem Licht ist enorm. Jede unbeleuchtete Funktion auf Aurora wäre unter diesen Bedingungen schwer zu erkennen. Die Lösung war es, Knöpfe, die leicht ihre Position verrät in schlechten Lichtverhältnissen. Farbcodierung verbessert zusätzlich die Nutzbarkeit unter diesen Bedingungen. Die Effekt Knöpfe sind alle weiß, während die EQ-Regler farblich gekennzeichnet sind: rot für hohe, orange für mittlere, und grün für niedrige Töne. Für das Auge erscheinen die Effekt Knöpfe in natürlichen Gruppen wegen deren Anordnung. Für jede Gruppe, auf der begleitenden Taste, kann ihr Zustand (aktiv oder inaktiv) mit einer roten LED gesehen werden. Jede Taste ist auch hervorgehoben durch eine Fase, die in Alu gelassen wurde. Der Zweck ist die Chance einer unbeabsichtigten Aktivierung zu vermeiden während der einfachen Zugang Aufrechterhalten wird. Die Kombination von Farbe,

Symmetrie, Beleuchtung und die sorgfältige Vermittlung und Trennung von Komponenten schafft ein hohes Maß an Organisation und macht effiziente Nutzung des Gerätes mit der begrenzten Spannungsversorgung. Daher ist die Oberseite sehr minimalistisch. Jedes Dreieck ist verbunden durch eine einfache Kurve, die visuell die drei Knöpfe mit der Auswahl-Taste und eine Römische Zahl verbindet. Die EQ-Regler sind jeweils mit einem einzelnen Buchstaben und die Kanäle sind einfach als A und B gekennzeichnet. Die schwarz eloxierte Oberfläche dient zur Abhebung der Beschriftung und Beleuchtung. Dies sind genügend Informationen um organisiert arbeiten zu können und mit anderen zu kommunizieren ohne das etwas störend wirkt. Dies wird in Abb. 2 gezeigt.

Abbildung 2 - ein fertiger Aurora Mixer



Auroras Höhe ist ein Bereich in dem die Optimierung keinen Einfluss auf Ergonomie genommen hat. Allerdings, wegen dem dünnen und schlankem Design fehlte die Höhe um eine wirksame Beleuchtung zu etablieren. Die Lösung war Trickreich. LEDs und eine klare Bodenplatte lösten zum großem teil dieses Problem. Eine weitere Sorge war die Herstellung. Der Wunsch war es, ein Gerät das jemand bauen könnte ohne spezielle Werkzeuge zu besitzen und innerhalb eines angemessenen Budgets. Dies bedeutet keine Kabelsatz oder andere komplizierte Verbindungen, die die Kosten erhöhen würden oder jemand abschreckt eins selbst zu bauen. Eine sorgfältige Auswahl der Komponenten und Montage Methoden ermöglichten dem Aurora Mixer sein fertiges Aussehen einfach und elegant zu halten. Der offene Rahmen ist das natürliche Ergebnis des Designs. Es sollte gleichzeitig auffällig und einfach wirken. Für den Aufbau einer funktionalen Aurora Einheit benötigt man nur eine speziell entwickelte Hardware und das ist das PCB (Printed Circuit Board).

Selbst in einer vollständig montierten Einheit, sind nur die obere und untere Platten sowie das PCB die gesondert bestellt werden müssen. Jede andere Komponente ist einem leicht zugänglich, quasi einfach aus dem Fachhandel-Regal zu greifen. Mit Hilfe dieser "gefunden Bauteile" erzeugen diese Komponenten ein Design das ein natürlich produzierten „Industrie-Look“ beschert. Dies wird durch die hochwertigen Ober-und Unterseite und Formteilen wie die Regler in Gleichgewicht gebracht. Trotz seiner geringen Größe vermittelt Aurora nicht das Gefühl beengt oder überfüllt zu sein. Es hat eine komfortable Menge an Platz zwischen den Knöpfen, Tasten, und Crossfader. Trotz der Kombination der vielen Funktionen in einem kleinen Paket, ist Aurora leicht genug und klein genug um überall da zu sein wo der Nutzer will und passt sogar in den beengtesten Setup. Die Kombination dieser Funktionen mit Benutzer steuerbaren visuellen Feedback, fügt Aurora eine neue Dimension zu MIDI-und Human Interface Geräten hinzu.

Abbildung 3 - ein beleuchtetes Gerät

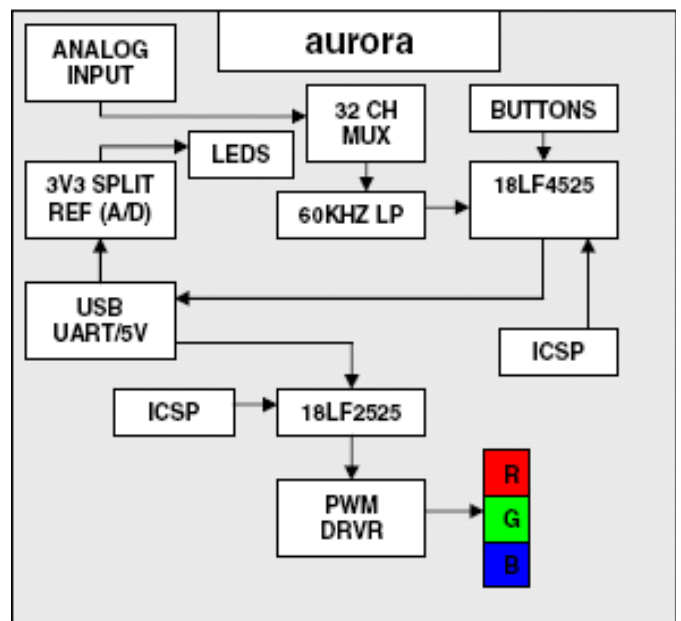


III. Hardware-technische Beschreibung

Die Aurora Hardware-Plattform ist ein USB-betriebenes Dual-MCU Daten abfrage Gerät. Das Gerät beinhaltet vierundzwanzig hinterleuchtete analoge Potentiometer und drei lineare Dipotentiometer. Acht Benutzer betätigte Ein-Aus-Taster mit LED-Rückmeldung sind ebenfalls verfügbar. Drei unabhängige LED-Treiber kontrollieren rot, grün, und blaue LEDs an der Unterseite der Leiterplatte für die Ambiente Lichteffekte. Zwei ICP-Header erlauben „In Circuit Programming“. Die Aurora-Schaltung kann durch vier getrennte Schaltkreise definiert werden.

Sie sind: 1) Strom Verwaltung, 2) die digitalen Schaltung, 3) die Analog-und Mess-Schaltung, und 4) die PWM-gesteuerte LED-Treiber. Diese Blöcke sind in der nachfolgenden Abbildung 4. Auroras Stromversorgung basiert auf eine 5V USB Versorgung. Ein UB232R Modul wurde ausgewählt um USB / UART-Konnektivität zu ermöglichen. U8, ein Anstiegssteilheit begrenzter pMOS Schalter, regelt das Gerät im Stromfluss und verhindert den Betrieb während das Gerät nummeriert wird. U9 und U10 sind beide lineare Regulatoren und umfassen die digitale und analoge Spannungsversorgung. Die gemessene Nennspannung ist 3,3 V und bei sieben Bits Auflösung ist ein LSB 26mV. Die digitale und analoge Regulatoren sind linear und isoliert.

Abbildung 4 - Aurora Hardware-Diagramm



Der digitale Teil der Hardware besteht aus zwei 8Bit-MCUs die mit 20MHz laufen. U1 ist ein PIC18LF4525 der die ADC-Messungen macht, Tasten Druck erkennt und Daten zurück an den PC sendet. U3 ist ein PIC18LF2525 und agiert als ein 3-Kanal 8-Bit-PWM-Controller. Es empfängt Daten über den PC. Diode D1 isoliert die ICP-Programmier Spannung aus dem Rest der Schaltung. Im Normalbetrieb reduziert die Durchgangsspannung der Diode die PIC-Betriebsspannung und begrenzt die Taktfrequenz. PIC18LF Teile sind ausgelegt für den Betrieb unter diesen Bedingungen. IC-U2 ist ein Open-Drain Power on Reset-Chip und die MCUs teilen das MCLR Signal. Die digitale Entkopplung Strategie verwendet mehrere

Kondensatoren parallel in der Nähe der Erdung um Wellen zu minimieren die durch Schaltvorgänge verursacht werden. Indem man mehrere Werte wählt, werden niedrige Impedanz Frequenzen über ein breites Spektrum vom DC entkoppelt. Optimale Entkopplung erreicht man etwa auf die dritte Harmonische von 20MHz. Die Kapazität kann erhöht werden, wenn erwünscht; aber sie müssen sich ihnen bewusst sein, dass rund um den kHz und dem unteren MHz Bereich, die On-Chip-PLL sehr empfindlich auf Schwankungen im VDD reagiert. Dies führt dazu das der MCU sich zurücksetzt. CTERM und RTERM werden verwendet um die negativen Auswirkungen der Entladung des ADC's „sample“ und „hold“ Kondensator zu verringern. Wenn die Sallené-Key weggelassen wird formen RTERM und CTERM einen LP-Filter. Ein 32 Kanal-Analoger-Multiplex ist der Kern der Mess-Schaltung. Die begrenzten Pins auf U1 limitierten die möglichen verfügbaren Pins für die analoge Messung. Die ADG732 wird durch eine Reihe von parallelen Daten und Abtast Linien gesteuert und ist getaktet auf etwa 44kHz. IC-U12 ist eine einheitliche Schiene, auf die Schiene OpAmp einstellt und zu einem Vin Rauschen von 6.5nV/rHz bei 10MHz der Bandbreite. Das RMS Rauschen von U12 ist rund 20µV und ca. 100µVpp bei 10MHz. Der OpAmp formt den zwei polig Sallené Key-Filter um den Primären 3dB Punkt bei 60kHz zu erreichen. NP0 Kondensatoren werden verwendet um geringe Verzerrungen sicherzustellen. Polystyrol-Kondensatoren funktionieren zwar auch, aber sie kosten mehr. Das hinzufügen eines nicht invertierenden Signalfolgers zwischen U12 und der MCU würde die Impedanz am Eingang der MCU sowie den auflade Zeitpunkt der ADC-Schaltung verringern. Ordnungsgemäße Entkopplung an diesen Geräten minimieren die Oberwellen, wenn alle analogen Potentiometer in eine unmögliche Position sind (der Ausgang von U12 sieht aus wie eine Rechteck-Welle). Die drei super helle LEDs werden durch drei NMOS-Schalter gesteuert. Die LEDs werden durch eine digitale 3,3 V Schiene betrieben. Die grün und blau LEDs haben eine höhere Betriebsspannung, die größer ist als die Spannungsversorgung, so das die maximale Helligkeit nicht erreicht werden kann. Q1, Q2 und Q3 können in Phase moduliert werden. Als Folge muss das USB-Netzteil mit großen Strömen (~ 200 mA) innerhalb von Nanosekunden Schalten. Die Treiber sind Spannungsanstiegsgeschwindigkeit begrenzt, und Dadurch verringert sich die momentane Belastung

an der Stromversorgung. Dies geht zur lasten durch den Transistor selbst wegen der internem RDS. Ein Verbesserung wird durch einen NMOS-Schalter erreicht, deren Drain mit dem Gate eines hohen pMOS schalter angeschlossen ist. Der pMOS Transistor ist dann Spannungsanstieg begrenzt, und die Auswirkungen von RDS werden dadurch reduziert.

IV. Firmware-technische Beschreibung

Die Aurora-Plattform wird von zwei voneinander unabhängige PIC18 Mikrocontroller kontrolliert. Ein PIC 18LF4525 sendet alle Änderungen der Knöpfe, Schieber, und Schaltflächen, indem Sie Datenpakete an einen externen Computer sendet. Ein PIC 18LF2525 erhält Pakete von einem externen Computer und Bit-Banged drei Kanäle der PWM, um die roten, grünen, und blaue Beleuchtung-LEDs anzusteuern. Eine Übersicht des Protokolls ist gegeben, gefolgt von einer Aufschlüsselung des Codes auf dem 18LF4525 und 18LF2525. Aufgrund an Mangelnde Zeit und Erfahrung mit Windows MIDI-Gerätetreiber, verwendet Aurora ein seriellen Schnittstellen Programm wie MAX / MSP oder Pure Data an den Schnittstellen mit den beiden Mikrocontroller. Aus diesem Grund gab es einige Freiheiten in Entwicklung eines seriellen Protokolls. Ein einfaches Protokoll wurde gewählt für Benutzerfreundlichkeit in MAX / MSP und Pure Data. Ursprünglich sollte ein dynamisch skalierbare Protokoll entwickelt werden, um die effektive Bandbreite auszunutzen, aber diese Bemühungen wurde schließlich aufgegeben wegen der Komplexität die notwendig war um das Paket für MAX / MSP und Pure Data zu dekodieren. Das Protokoll für den PIC 18LF4525 verwendet einen einfachen Synchronisierungs Header, gefolgt von der MIDI-Steuerung Veränderung (Control Change [cc]) Kennung und die entsprechenden Daten. Zwei aufeinander folgende hexadezimal 0x55's werden für das Sync-Signal verwendet. Das Daten-Byte enthält ein 7-Bit-Wert, ähnlich wie das MIDI-Standard. Acht-Bit-Werte können anstelle von 7-Bit-Werte durch das neu kompilieren mit einem Vorprozess Befehl. Jedes Paket aus dem PIC 18LF4525 ist 4 Byte lang. Das Protokoll für den PIC 18LF2525 nutzt den gleichen Sync-Header, gefolgt von den roten, grünen und blau 8-Bit-Intensität Werte. Jedes Paket von dem PIC-18LF2525 ist 5 Byte lang. Schieber und Regler Positionen sind als analoge Spannungen codiert. Der PIC-18LF4525 verwendet 10-Bit - ADC zur

Messung der Positionen aller Regler und Knöpfe. Für jede Positions Messung wird der analoge Multiplexer so eingestellt das er den richtigen Feed-Signal an dem PIC übergibt und die internen ADC führt die Umwandlung durch. Aufgrund der relativ hohen Mengen an Rauschen in den zwei niedrigsten Bits, werden nur die wichtigsten 8 Bit der Lesung behalten. Dies spart auch RAM. Die Abfrage für jeden Regler und Schieberegler laufen durch einen Algorithmus für weitere Filterung. Der „rollende Durchschnitt“ Algorithmus bietet eine zeitlich und rechnerisch effizienten Weg niedrigen Frequenz zu filtern die nicht durch die Tief-Pass-Schaltung gefiltert wurden ist. Alle Veränderungen an den Schaltflächen werden in den PIC als digitale Eingänge ausgewertet. Einfache Software sorgt dafür, die Integrität der Veränderungs Erfassung sicherzustellen. Speichernde Software Systeme wurden für jede Taste integriert, um sicherzustellen, dass nur fallende Signal-kanten den Status einer Taste ändern. LEDs zeigen den derzeitigen Stand des speichernden Systems an der Taste an. Die Haupt Schleife des 18LF4525 Codes, koordiniert Messungen, erkennt die Änderungen im Werte, und bereitet die Daten vor die über das UART gesendet werden. Der Interrupthandler (ISR) ist verantwortlich für das Senden von Paketen, wenn er durch den Haupt-Code ausgelöst wird. Der ISR ist so konzipiert das er die aktuellsten Daten findet um diese dann zu übermitteln, das entsprechenden Byte in den UART Register zu laden, um dann wieder in Haupt-Code zurück zu gehen, um weitere Änderungen zu registrieren und das nächste Byte eines Pakets zu Senden. Diese Methode erlaubt es, die aktuellsten Daten zu senden und reduziert wirksam die Latenz in der die Informationen an den Computer weitergeleitet werden. Der PIC-18LF2525 erhält Pakete von dem externen Computer mit Informationen (mit einer Größe von 8-Bit) über die Intensität für die roten, grünen und blauen Kanäle von Aurora's Ambiente-Beleuchtung. Die wichtigste Funktion, im Wesentlichen, macht nichts anderes als den Timer zu rückzusetzen. Der gesamte Code für die Funktionalität befindet sich in die ISR. Die ISR behandelt jedes Byte eines empfangenen Pakets mit einer einfachen, aber robusten Kommunikation Regelung. Das Kommunikation-System sorgt dafür, dass die beiden ersten Bytes der empfangenen Pakete mit dem Synchronisierung Signal (zwei aufeinander folgenden hexadezimal 0x55's) übereinstimmen. Wenn dies stimmt, sind die folgenden drei Bytes die rot, grün, und blau Einstellungen.

Andernfalls ignoriert die Kommunikation System die Erhaltene Bytes, bis das Sync-Signal empfangen wird. Dies ermöglicht es dem System sich zu synchronisieren falls Bit-Fehler auftreten. Die 8-Bit-PWM ist so konzipiert, das bei einer Frequenz von etwa 76.3Hz läuft. Dies ist oberhalb der Flimmerfusionsfrequenz eines normalen Beobachters und ist daher als eine konstante Lichtquelle wahrzunehmen für Beobachter die nicht in Bewegung sind. Die Bit-bang PWM wird auf drei separaten Digital-Ausgänge der Pins des PIC gelegt. Die Einschaltdauer für jeden PWM Kanal wird von drei unabhängigen internen Timer kontrolliert. Bei der Zeitplanung für zeitkritische Anwendungen, wie etwa bitbanging PWM, ist es von Vorteil zu wissen, welche Zahl von Anweisung zwischen den Zyklen der Funktionen vorkommen. Die kleinste Zeit die erwartet werden kann, zwischen den Interrupts, ist wenn die Einschaltdauer von einem Kanal eingestellt ist. (In diesem Fall 0,39% [1 / 28]) Diese Zeit entspricht 51,2 μ s oder 256 Anweisungs Zyklen bei einer Taktfrequenz von 20MHz. Im schlimmsten Fall wird es eine ausreichende Zahl von Anweisungs Zyklen zwischen Interrupts geben um die Aktivität des UART zu gewährleisten. Die PWM viel schneller laufen zu lassen, kann zu Problemen führen was das Timing angeht.

IV. Anwendungen und Performance

Um die Software-Entwicklung und die Aurora / PC-Schnittstelle zu vereinfachen, wurde die Kontroll Software in Pure Data und Max \MSP entwickelt. Diese beiden Plattformen wurden gewählt weil sie sehr einfach MIDI-Pakete erstellen können. Außerdem, sind Künstler und Darsteller mit diesen Software-Paketen vertraut und können leicht neue Software-Schnittstellen speziell auf ihre Anwendung entwickeln. Die Einfachheit dieser Programmen trägt nicht vor ihren Fähigkeiten, vor allem bei der Erstellung von Patches für die Kontrolle der Aurora Umgebungs-Beleuchtung. Eine Anwendung wurde gründlich getestet. Aurora in Verwendung als DJ-Controller für Ableton Live. Das Layout der Fader, Knöpfe, Tasten ergänzt sich gut in die Ableton Live Software-Schnittstelle. Dies führt dazu das der Musiker weniger Zeit mit dem Computer-Bildschirm verbringt und mehr Zeit dazu verwendet sich mit der Interaktion der Musik und dem Publikum wiederzufinden. Als ein Open-Source-Design, können Benutzer die Firmware umprogrammieren und die Plattform so maß schneidern wie es ihnen passt.

Die Vielseitigkeit des Geräts geht über die Grenzen eines MIDI-Controllers hinaus. Benutzer können ihre eigene Software schreiben oder Hardware und Firmware revidieren.

V. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aurora ist ein Analog-und Digital-Gerät kostengünstig verpackt. Aurora funktioniert wie ein typischer DJ-Mixer - es lässt sich leicht mit MIDI-Software verbinden und ansteuern. Die Beleuchtung ist ebenfalls voll steuerbar. Als Open-Source-Projekt sind die mechanischen, elektrischen, und Firmware Teile für alle zu nutzen und um daraus zu lernen. Bei den frühen DIY Synthesizer, waren gewerbliche Modelle zu teuer oder es fehlten einfach bestimmte Funktionen. Nutzer waren einfach gezwungen ihre eigene Systeme zu entwerfen. Wir haben mit Aurora den gleichen Geist des Einfallsreichtums und Kreativität wieder erweckt. Wir hoffen das unser Projekt als Inspiration und Quelle dient für diejenigen die ihre eigenen benutzerdefinierte Geräte und Elektronik bauen wollen.

Bitte besuchen Sie www.auroramixer.com für Dokumentation, Dateien und Medien im Zusammenhang mit diesem Projekt.

*PWM = Pulse Weiten Modulation

ÜBER

Matt Aldrich erhielt sein B.S. als Elektro-Ingenieur von der Yale Universität in 2004. Er ist derzeit ein Forschungs-Assistent in der „Responsive Environment Group“ am MIT Media Lab.



Mike Garbus arbeitet derzeit als Embedded Systems Ingenieur bei einer Solid State Lighting Firma. Er erhielt seine B.S. als Elektro-Ingenieur von der Virginia Tech in 2003. Er begann seine berufliche Karriere in einem Partikel Physik Labor, und hat seitdem in die private, militärische und Intelligenz Industrie in erster Linie auf Signal Verarbeitung und Design-Algorithmus sich konzentriert.



Maro Sciacchitano entwarf die Form und ist verantwortlich für das Aussehen von Aurora. Zur Zeit arbeitet er in Solid State Lighting und Kontrolle Systeme. Seine letzten Arbeiten betragen unter anderem Schiffsausrüstung, Instrumentierung, Vakuum-Systeme und Solar-betriebene Fahrzeuge. Maro erhielt sein B.S. als Mechanik-Ingenieur von der Yale Universität in 2003.

