

Seit Heiligabend 2009 verfügt unser Studio über eine "MIDI/DMX-512 Control Box" der Frankfurter Firma Cinetix (www.cinetix.de). Dieser Beitrag beschreibt die Vor- und Nachteile dieses Systems, auch gegenüber der bisherigen Lösung mit der Behringer LC2412-Lichtsteuerkonsole und gibt eine Einführung in den Gebrauch des Interfaces in Puredata-Programmen.

1. Wozu MIDI/DMX-Wandlung?

DMX-512 ist heute der am weitesten verbreitete Standard zur Ansteuerung von Leuchten und anderem Bühnenequipment. Das DMX-Signal wird von dedizierten Lichtsteuerpulten oder von DMX-Interfaces gesendet. Die Ansteuerung dieser Interfaces erfolgt meist über proprietäre Programme, deren Integration in größere Projekte (etwa in Max- oder Pd-Patches) kaum möglich ist, da nur wenige Interfaces einen gemeinsamen Befehlssatz unterstützen und sie nicht auf Betriebssystemebene abstrahiert werden.

MIDI wurde als Möglichkeit zur Kopplung von Keyboards und Synthesizern entworfen und dürfte bei Musikern besser bekannt sein, da vielfältige Programme (Sequencer, Monitore,..) mit meist gut bedienbaren graphischen Oberflächen frei oder kommerziell für alle Betriebssysteme zur Verfügung stehen. MIDI-Schnittstellen sind auf vielen Soundkarten oder als eigene Geräte mit serieller oder USB-Anbindung verfügbar. USB-klassenkompatible Interfaces benötigen keine eigene Treibersoftware und werden von allen gängigen Betriebssystemen abstrahiert; sie stehen daher zur Ansteuerung in Max/Pd-Programmen bereit.

Es liegt also nahe, diese vereinfachte Bedienung auch auf die Lichtsteuerung auszudehnen und das DMX-Signal über MIDI-Programmierung zu erzeugen. Das bisher verwendete Lichtpult Behringer LC2412 bietet dazu MIDI-Zugriff auf alle Fader und Schalter. Auch lösen Fader-/Schalterbewegungen MIDI-CC-Nachrichten aus, so dass das Pult auch als MIDI-Faderbox dienen kann. Von Vorteil ist die Möglichkeit, am Pult pro Fader bis zu 3 DMX-Kanäle einzustellen. Leider kann dieses Patchfeld nicht über MIDI-Nachrichten verändert werden. Auch die Bankumschaltung (Schalter UPPER) ist nicht MIDI-steuerbar; man ist daher auf 12 unabhängig einstellbare Beleuchtungsparameter festgelegt.

Versucht man eine vollständige Steuerung des DMX-Signals über MIDI, stößt man auf einige grundlegende Probleme. DMX übermittelt 8 bit breite Werte an bis zu 512 sequenziell angesprochene Adressen ohne explizite Adressierung. Ein volles Frame mit 512 Werten dauert knapp 23 ms, bei voller Ausnutzung der Bandbreite von 250 kbit/s erreicht man 44,1 Frames pro Sekunde. Werden weniger als 512 Werte benötigt, kann die Sequenz abgekürzt werden, um weniger Adressaten häufiger anzusprechen. Spricht man z.B. nur die 24 ersten Kanäle an, sind etwa 835 Frames pro Sekunde möglich. MIDI überträgt dagegen lediglich 31250 bit/s und unterscheidet anhand des MSB zwischen Status- und Datenbytes; das Datenbyte bietet daher nur 7 bit Auflösung. Die üblichen MIDI-Kanalnachrichten übermitteln im Statusbyte eine Kanalnummer und den Nachrichtentyp (NoteOn, NoteOff, ControlChange,..) und daran anschließend 2 Datenbytes. Bei einer ControlChange-Nachricht übermittelt das erste Datenbyte die Adressnummer des angesprochenen Controllers, das zweite den einzustellenden Wert. Eine solche Nachricht aus 3 Bytes dauert daher etwa 1 ms. Wollte man alle 512 DMX-Kanäle auf MIDI-Controller abbilden und möglichst häufig ansprechen, ergäbe sich also eine Refrehsrate von lediglich knapp 2 Hz. Wünscht man dagegen häufige Nachrichten an einzelne DMX-Adressen, ergibt sich ein anderes Problem: verkürzte DMX-Frames können nur die vorderen Adressen ansprechen, dagegen könnte MIDI mit nur einer CC-Nachricht auch lediglich den 512. Controller mit etwa 1kHz ansteuern.

Das hier beschriebene Interface bietet einige Möglichkeiten, diese Schwierigkeiten zu umgehen.

2. Programmierungsmöglichkeiten des cinetix-Interfaces

Das Interface weist neben DMX-Ein-/Ausgang und MIDI-Ein-/Ausgang einen 16-stufigen Codierschalter als einziges Bedienelement auf. Je nach Schalterstellung bietet es unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten:



Die Schalterstellung E schaltet das Interface auf Betrieb als serielle Schnittstelle um: Über ein Adapterkabel wird es an eine serielle PC-Schnittstelle mit 9600 baud angeschlossen und erwartet nun Steuerbefehle in einfachem ASCII-Format. Bei den meisten anderen Schalterstellungen gibt es die Möglichkeit, diese Textsteuerbefehle in MIDI-SysEx-Nachrichten zu verpacken, die dann mit der üblichen Baudrate von 31250 baud empfangen werden.



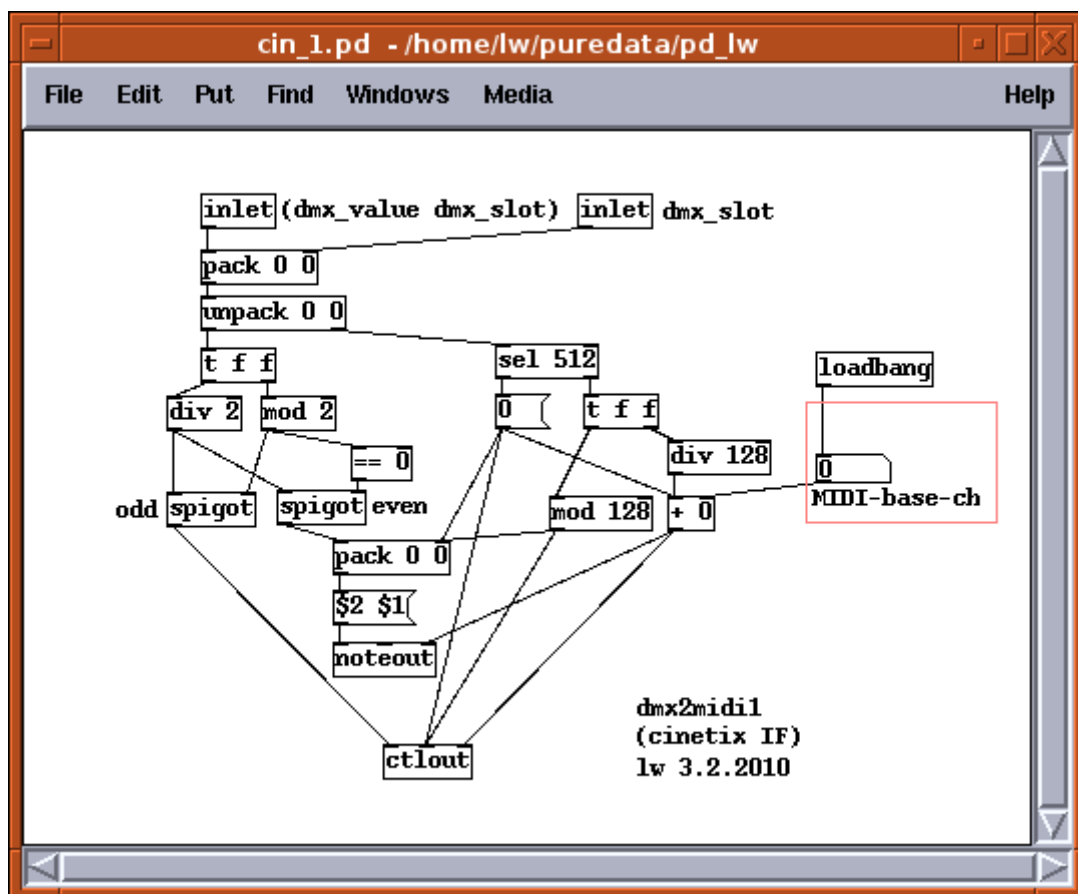
Beide Modi erfordern natürlich die Programmierung der entsprechenden Steuersequenzen, was in Pd durchaus möglich ist, aber nicht oder nicht auf bequeme Art und Weise von üblichen Sequencerprogrammen unterstützt wird. Daher kann das Interface in allen Modi über MIDI-Kanalnachrichten DMX-Einstellungen ändern, was die Verwendung graphischer Editoren ermöglicht.

3. Ansteuerung über MIDI-Kanalnachrichten

3.1. Einfache Steuerung auf 4 Kanälen

Die einfachste Art der MIDI/DMX-Wandlung verwendet ControlChange- oder NoteOn-Befehle. Um alle 512 DMX-Adressen ansprechen zu können, benutzt man 4 aufeinander folgende MIDI-Kanäle; der Basiskanal wird durch die Stellungen 1..C des Kodierschalters eingestellt. Stehen im MIDI-System weniger freie Kanäle zur Verfügung, kann man in den Schalterstellungen 0 (bzw. F) den Betrieb auf Kanal 16 (bzw. 15 und 16) einschränken. Das erste Datenbyte (Controllernummer bzw. Notenummer) kodiert nun die DMX-Adresse, das zweite (Controllerwert bzw. Velocity) den Wert: bei der NoteOn-Nachricht wird der verdoppelte Wert des MIDI-Datenbytes gesendet, bei der ControlChange-Nachricht wird dieser noch um 1 erhöht. Für eine DMX-Rampe mit 8-bit-Auflösung sind daher abwechselnd NoteOn- und CC-Nachrichten zu senden.

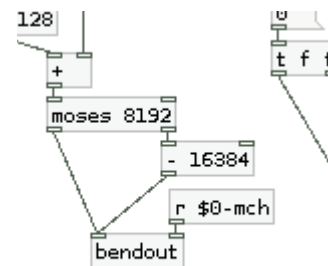
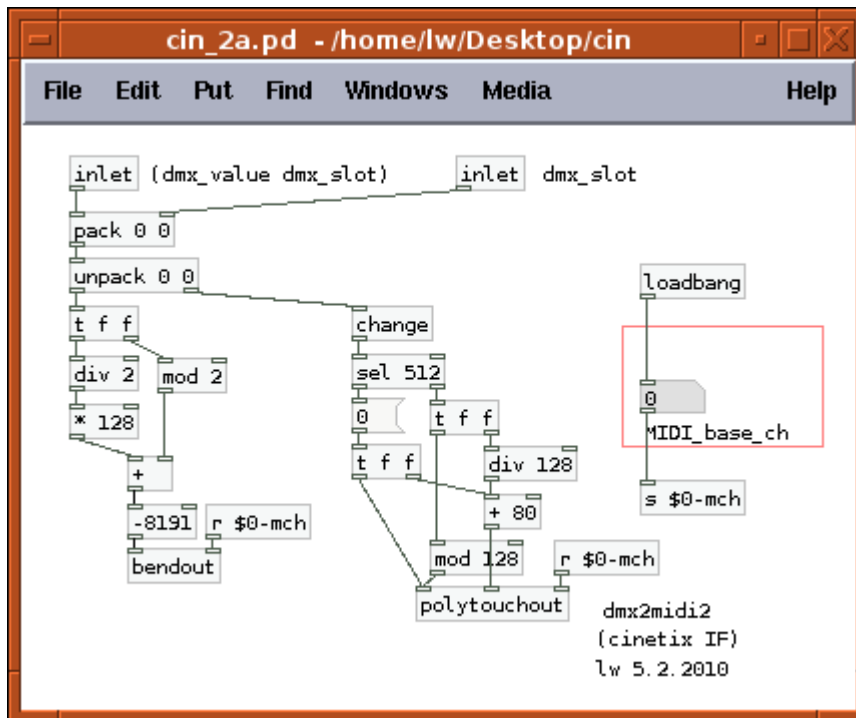
Versucht man, diese Ansteuerung in eine pd-Abstraktion zu überführen, so muss man einerseits das Mapping der DMX-Slots auf die MIDI-Kanäle und Controller- bzw. Notenummern, andererseits die Umsetzung der DMX-Werte auf Controller- bzw. Velocitywerte durchführen. Bei den Adressen nummeriert DMX 1..512, MIDI dagegen 0..127. Das cinetix-Interface überträgt die DMX-Adressen 1..127 auf den MIDI-Controllernummern 1..127, 128..255 auf 0..127 auf dem nächsten MIDI-Kanal, usw. Die DMX-Adresse 512 wird als Sonderfall als Controller 0 auf dem Basiskanal gesendet und muss daher auch im pd-Patch gesondert behandelt werden. Die Übertragung der DMX-Werte ist dadurch erschwert, dass [ctlout] das zweite Datenbyte am ersten Eingang erwartet, [noteout] dagegen am zweiten. cin_1.pd verdeutlicht diese Umsetzung:



[== 0] stellt eine Invertierung dar, sodass je nach Parität des Wertes nur einer der beiden [spigot]s geöffnet ist und [noteout] oder [ctlout] gesendet wird. Die Abstraktion erlaubt die Ansteuerung über getrennte Eingänge für Wert und Adresse oder über eine (Wert, Adresse)-Liste; sie sollte ggf. um eine Prüfung auf unzulässige Eingangswerte ergänzt werden. Bei dieser Art der DMX-Steuerung verbraucht jede DMX-Einstellung 3 MIDI-Bytes.

3.2. Steuerung über einen einzigen MIDI-Kanal

Möchte man alle 512 DMX-Kanäle über einen einzigen MIDI-Kanal ansprechen, so müssen Adressen und Daten über zwei getrennte MIDI-Nachrichten gesendet werden. Das cinetix-Interface bietet hierzu die Möglichkeit, den DMX-Kanal über eine PolyphonicAftertouch-Nachricht mit den Werten 80..83 im ersten Datenbyte zu setzen, den Wert über eine darauf folgende PitchChange-Nachricht. cin_2.pd verdeutlicht (und testet) diese Ansteuerungsart. Die dabei verwendete seltsame Arithmetik ergibt sich daraus, dass das Interface die höherwertigen 7 bit im 2. Datenbyte (coarse) sendet, das niederwertigste Bit als niederwertigstes im 1. Datenbyte (fine); die 6 höherwertigen Bits des 1. Datenbytes werden für andere Zwecke genutzt. Pd erwartet Pitchbendwerte im Bereich [-8191, 8192]; bei Verwendung von alsa-midi unter Linux werden zur Zeit¹ fälschlicherweise vorzeichenbehaftete integer-Werte ausgegeben, dieser Fehler lässt sich mit dem rechts gezeigten Kniff umgehen.



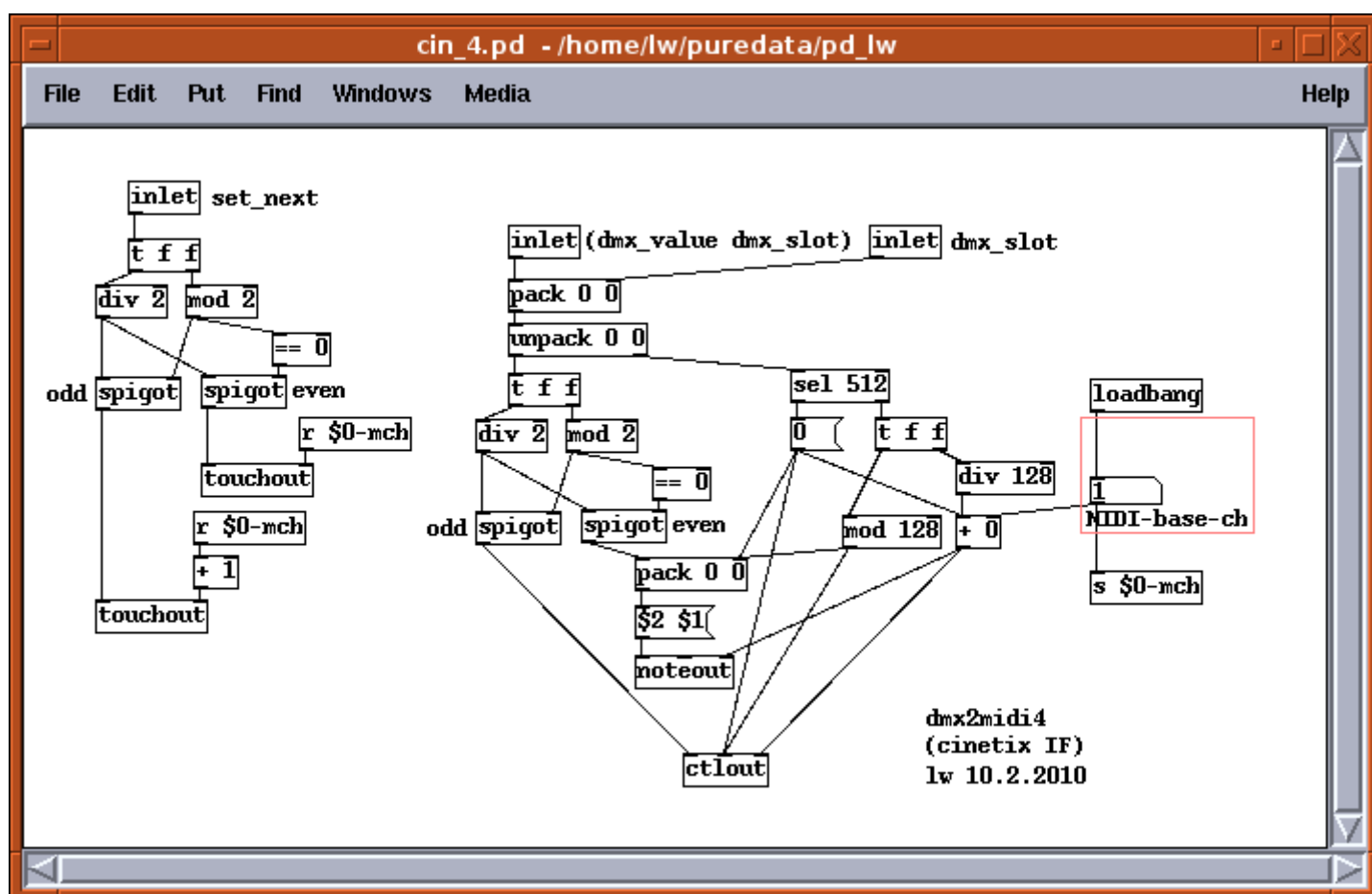
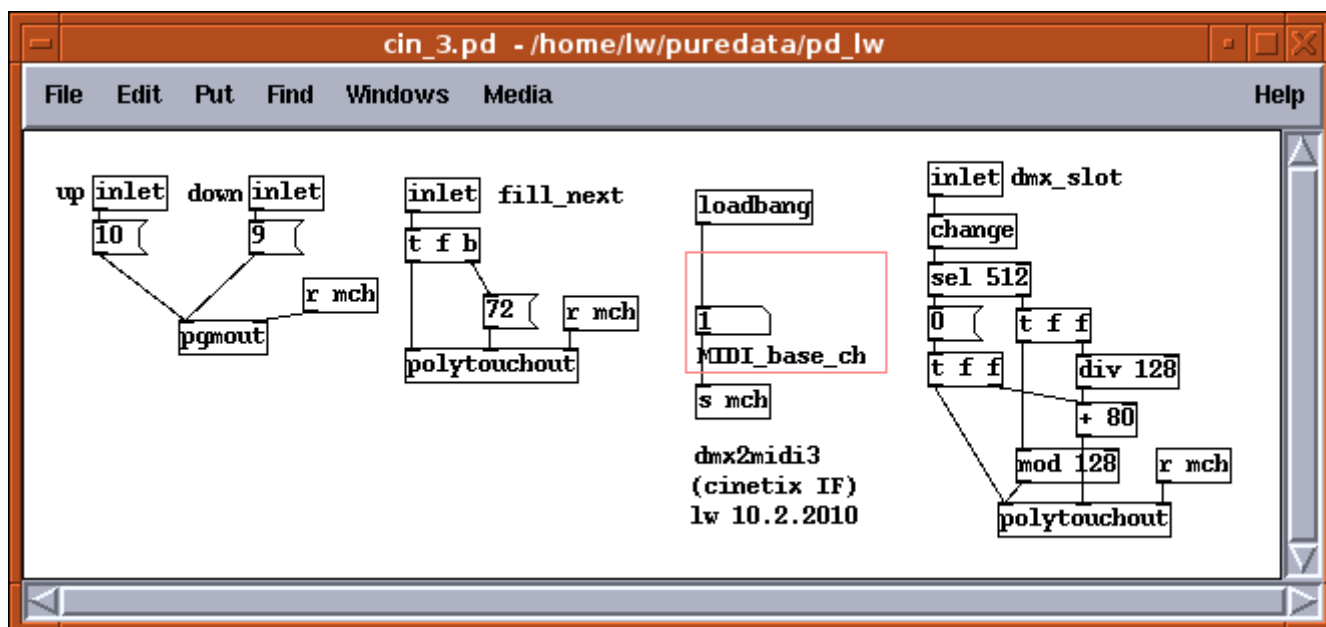
Hiermit lassen sich alle DMX-Kanäle unter Belegung eines einzigen MIDI-Kanals ansteuern; allerdings erfordert das Setzen eines DMX-Wertes 6 MIDI-Bytes.

Ist eine DMX-Adresse gesetzt, kann deren Wert bandbreitenschonend bearbeitet werden: [bendout]s ändern den Wert der letzten jeweils angesprochenen Adresse. Kleine Änderungen können über eine ProgramChange-Nachricht gesendet werden: Datenbyte 8 dekrementiert den Wert, 9 inkrementiert (in Pd ist dazu 9 bzw. 10 zu senden!) Über diesen Mechanismus lassen sich etwa sehr langsame Blendvorgänge auf einem Slot mit minimaler MIDI-Rate steuern.

3.3 Belegung von Datenblöcken

Müssen mehrere aufeinander folgende Slots den gleichen Wert erhalten, empfiehlt sich [polytouchout] mit erstem Datenbyte 72, wobei das zweite Datenbyte (1..127) die Blocklänge angibt. Möchte man einen Block von DMX-Adressen mit unterschiedlichen Werten belegen, so bietet sich die Möglichkeit, den ersten Wert wie oben beschrieben über [noteout] bzw. [ctlout] zu setzen; die folgenden Adressen können dann über [touchout] belegt werden. Dabei wird die Adresse inkrementiert und das verdoppelte Datenbyte als Wert gesendet. Möchte man ungerade Datenbytes übertragen, sendet man [touchout] auf dem nächsten MIDI-Kanal.

¹ Ein Fehlerbericht befindet sich im Bugtracker von puredata, möglicherweise zeigt die nächste Version auf allen Plattformen gleiches Verhalten.



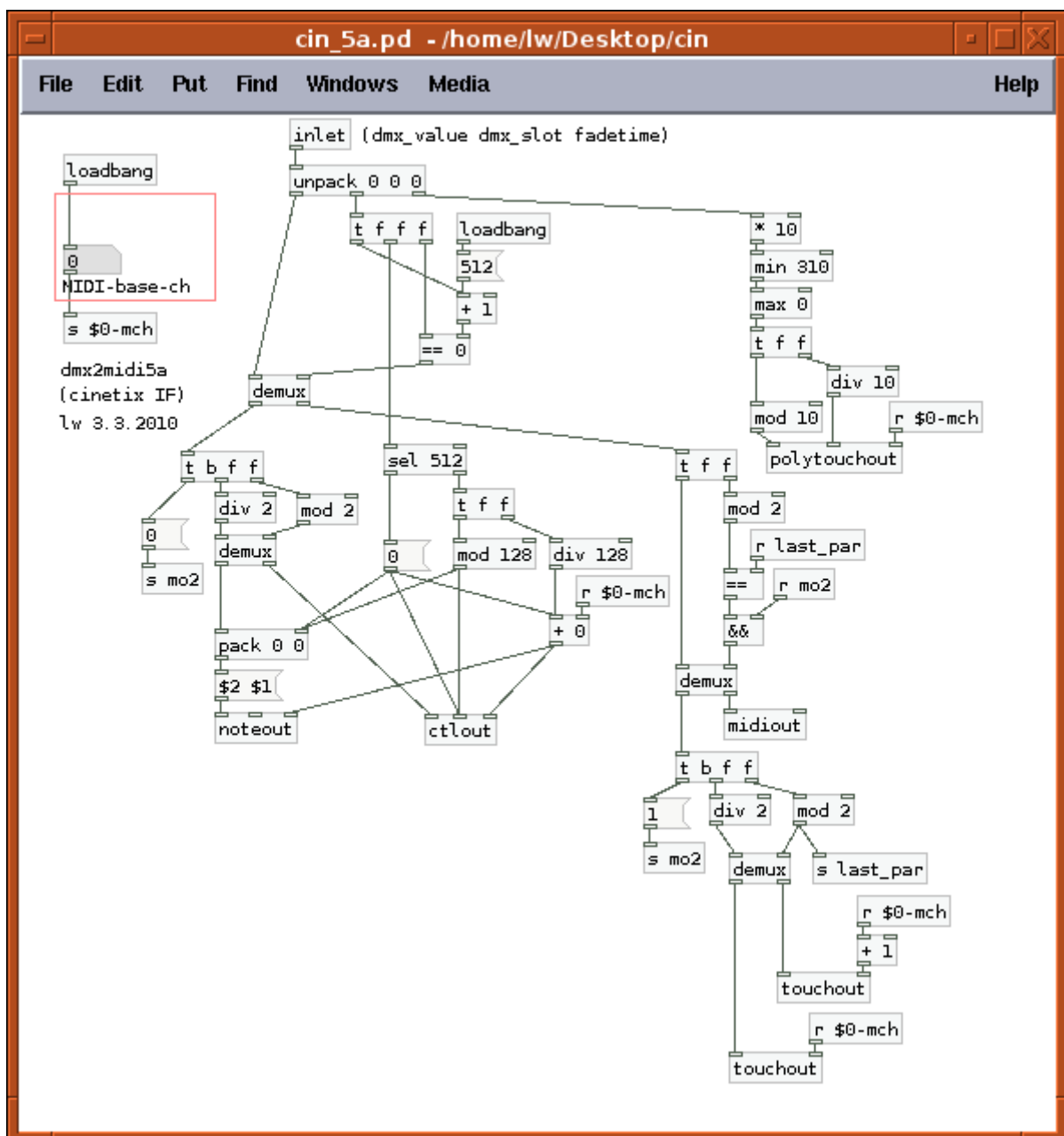
Über ProgramChange 56/57 lässt sich RunningStatus verbieten/erlauben. Wird RunningStatus erlaubt, so können aufeinanderfolgende Adressen mit einem einzigen MIDI-Datenbyte belegt werden. In Pd ist das zur Zeit nicht umzusetzen, da [midiout] nicht zuverlässig funktioniert.

4. Reduzierung der benötigten MIDI-Bandbreite

4.1. Überblendzeiten

[polytouchout] mit erstem Datenbyte 0..31 setzt Überblendzeiten von 0..31 s Dauer, im zweiten Datenbyte können zusätzliche Zehntelsekunden eingestellt werden. Das Interface generiert dann für jeden nachfolgenden DMX-Wert eigenständig Rampen. Eine Änderung der Überblendzeit beeinflusst bereits laufende Blendaufträge nicht, sodass komplexe Blendaufträge in wenigen MIDI-Nachrichten übermittelt werden können, wenn die geforderte Beleuchtung dies erlaubt.

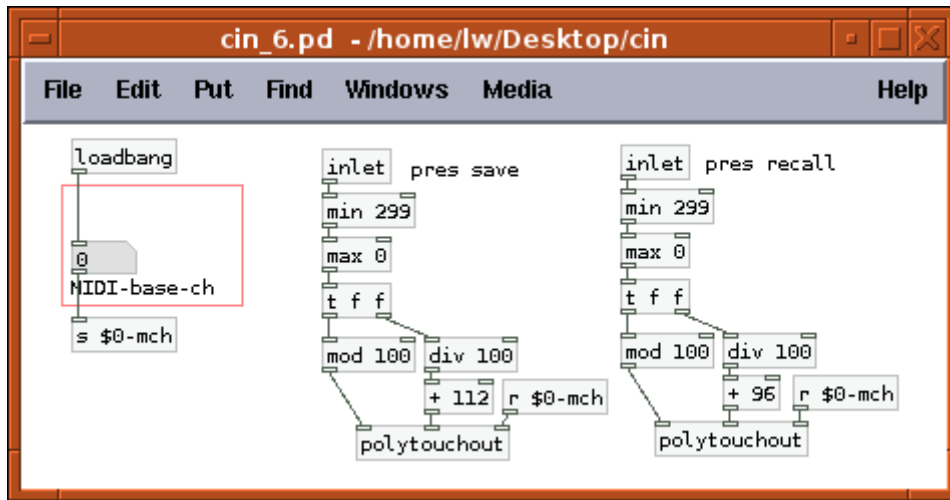
In der aktuellen extended-Version von Pd funktioniert auch [midiout], daher soll ein Patch die genannten Verfahren zusammenfassen, um die vollständige Ansteuerung aller DMX-Slots über möglichst wenige MIDI-Nachrichten zu erlauben. Diese Variante soll (Slot, Wert, Blendzeit)-Listen entgegennehmen und über die in 3.1. beschriebene Variante ausgeben, Werte an nachfolgende Slots aber über [touchout], wenn möglich ohne Statusbyte. In pd-extended stehen Demultiplexer-Objekte zur Verfügung; dies erspart die Verwendung der [spigot]-Paare.



Man beachte, dass [midiout] nur angesprochen wird, wenn die Parität des Wertes die gleiche ist wie beim letzten [touchout] (send/receive last_par) (ansonsten ist [touchout] auf anderem MIDI-Kanal zu senden) und die letzte MIDI-Ausgabe über [touchout], nicht über den [ctlout]/[noteout]-Zweig erfolgte (send/receive mo2).

4.2. Szenen

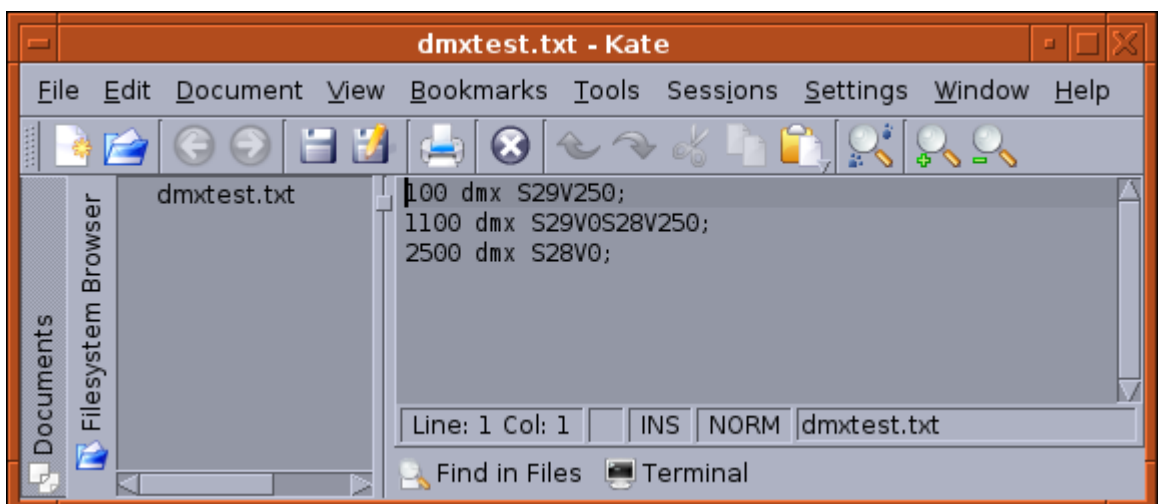
Das cinetix-Interface bietet die Möglichkeit, bis zu 300 (0..299) Lichteinstellungen im Szenenspeicher abzulegen und mit einer einzigen MIDI-Nachricht wieder aufzurufen. Dazu dienen [polytouchout]-Nachrichten mit erstem Datenbyte 112 bis 114 zum Speichern bzw. 96 bis 98 zum Laden. Auch beim Aufruf ganzer Szenen wird der Übergang mit der eingestellten Blendzeit ausgeführt.



Beide Verfahren können zu einer erheblichen Reduzierung der benötigten MIDI-Datenraten dienen. cin_6.pd testet beide Verfahren und bietet einen (primitiven, aber auch auf pd-vanilla lauffähigen) Schutz gegen falsche Eingaben.

5. Programmierung über SysEx-Nachrichten

Befehle an das Interface können außer durch MIDI-Kanalnachrichten auch als ASCII-Text übermittelt werden. Hierbei wird z.B. mit "T10S28V250" der DMX-Slot 28 in 10 s auf den Wert 250 übergeblendet. Es gibt zwei Möglichkeiten, diese Befehlssequenzen zu übermitteln: in der Codierschalterstellung E werden Befehle von einem beliebigen Terminal(-programm) über eine serielle Schnittstelle mit 9600 baud empfangen; hierbei muss ein Pegelumsetzer (seriell-MIDI) eingesetzt werden. In allen anderen Codierschalterstellungen kann ASCII-Text in MIDI-SystemExclusive-Nachrichten gekapselt und über die normale MIDI-Schnittstelle übertragen werden. Dazu muss die Nachricht mit dem Header "F0 00 20 5D" (Begin SysEx Message + Manufacturer ID) eingeleitet werden und mit dem Byte F7 (End of SysEx) schließen. In Pd bietet es sich an, Steuerkommandos in [qlist] abzuspeichern. Dieses Objekt liest ein Textfile ein, dessen Zeilen mit einer Zeitangabe in ms beginnen und dann eine Zieladresse angeben (ein zugehöriges [receive]-Objekt muss also vorhanden sein), an welche der Rest der Zeile gesendet wird. Die Zeilen werden mit Semikolon abgeschlossen.



Ein [bang] an [qlist] startet die Wiedergabe. Die empfangene Textzeile wird von [any2bytes] aus der moocow-Library in eine Liste von ASCII-Werten umgesetzt, die von [list-drip] (aus list-abs) in eine Folge von Einzelzahlen zerlegt wird. Vor jeder Zeile wird der SysEx-Header ausgegeben, am Ende jeder Zeile EOx. (Bisher nur in Linux getestet, auf anderen Plattformen eventuell problematisch.)

