

MIDI como protocolo de comunicação e formato digital de partitura

Roberto Piassi Passos Bodo

Instituto de Matemática e Estatística
Universidade de São Paulo

03 de Novembro de 2014

Contextualização

Sistemas de acompanhamento musical

Contextualização

Sistemas de acompanhamento musical

- instrumento musical de entrada;

Contextualização

Sistemas de acompanhamento musical

- instrumento musical de entrada;
- armazenamento digital de partituras;

Contextualização

Sistemas de acompanhamento musical

- instrumento musical de entrada;
- armazenamento digital de partituras;
- comunicação com sintetizadores.

Contextualização

Sistemas de acompanhamento musical

- instrumento musical de entrada; MIDI
- armazenamento digital de partituras; MIDI
- comunicação com sintetizadores. MIDI

Musical Instrument Digital Interface

- criado em 1982;

Musical Instrument Digital Interface

- criado em 1982;
- inspirado em um artigo publicado na AES de 1981 por Dave Smith - *father of MIDI*;

Musical Instrument Digital Interface

- criado em 1982;
- inspirado em um artigo publicado na AES de 1981 por Dave Smith - *father of MIDI*;
- ideia de uma interface universal para sintetizadores;

You could play one keyboard with your right hand and another keyboard with your left hand. But [musicians] couldn't play more than one at the same time because there was no way of electrically interconnecting them.

Dave Smith

<http://www.bbc.com/news/technology-20425376>

Musical Instrument Digital Interface

- criado em 1982;
- inspirado em um artigo publicado na AES de 1981 por Dave Smith - *father of MIDI*;
- ideia de uma interface universal para sintetizadores;

You could play one keyboard with your right hand and another keyboard with your left hand. But [musicians] couldn't play more than one at the same time because there was no way of electrically interconnecting them.

Dave Smith

<http://www.bbc.com/news/technology-20425376>

- protocolo padrão para comunicação entre instrumentos musicais eletrônicos;

Musical Instrument Digital Interface

- criado em 1982;
- inspirado em um artigo publicado na AES de 1981 por Dave Smith - *father of MIDI*;
- ideia de uma interface universal para sintetizadores;

You could play one keyboard with your right hand and another keyboard with your left hand. But [musicians] couldn't play more than one at the same time because there was no way of electrically interconnecting them.

Dave Smith

<http://www.bbc.com/news/technology-20425376>

- protocolo padrão para comunicação entre instrumentos musicais eletrônicos;
- adotado por diferentes fabricantes!

Musical Instrument Digital Interface

NAMM (National Association of Music Merchants) Show de 1983:

Musical Instrument Digital Interface

NAMM (National Association of Music Merchants) Show de 1983:
Prophet-600 (Sequential Circuits)



Musical Instrument Digital Interface

NAMM (National Association of Music Merchants) Show de 1983:
Prophet-600 (Sequential Circuits)



Jupiter-6 (Roland)



Protocolo de comunicação

Quesitos de escolha:

Protocolo de comunicação

Quesitos de escolha:

- eficiência.

Protocolo de comunicação

Quesitos de escolha:

- eficiência.
 - ▶ MIDI possui um conjunto pré-definido de mensagens;

Protocolo de comunicação

Quesitos de escolha:

- eficiência.
 - ▶ MIDI possui um conjunto pré-definido de mensagens;
 - ▶ tais mensagens são codificadas com poucos bytes;

Protocolo de comunicação

Quesitos de escolha:

- eficiência.
 - ▶ MIDI possui um conjunto pré-definido de mensagens;
 - ▶ tais mensagens são codificadas com poucos bytes;
 - ▶ o tráfego de dados se torna baixo.

Protocolo de comunicação

Quesitos de escolha:

Protocolo de comunicação

Quesitos de escolha:

- interoperabilidade.

Protocolo de comunicação

Quesitos de escolha:

- interoperabilidade.
 - ▶ MIDI possui um conjunto pré-definido de mensagens;

Protocolo de comunicação

Quesitos de escolha:

- interoperabilidade.
 - ▶ MIDI possui um conjunto pré-definido de mensagens;
 - ▶ foi escolhido por diversas empresas como o padrão da indústria;

Protocolo de comunicação

Quesitos de escolha:

- interoperabilidade.
 - ▶ MIDI possui um conjunto pré-definido de mensagens;
 - ▶ foi escolhido por diversas empresas como o padrão da indústria;
 - ▶ MIDI é praticamente ubíquo em relação a hardware.

Protocolo de comunicação

Eventos de controles básicos:

Protocolo de comunicação

Eventos de controles básicos:

- *NOTE_ON*

3 bytes: [type/channel] [note number] [velocity],
onde type = 0x9

Protocolo de comunicação

Eventos de controles básicos:

- *NOTE_ON*

3 bytes: [type/channel] [note number] [velocity],
onde type = 0x9

- *NOTE_OFF*

3 bytes: [type/channel] [note number] [velocity],
onde type = 0x8

Protocolo de comunicação

Eventos de controles básicos:

- *NOTE_ON*

3 bytes: [type/channel] [note number] [velocity],
onde type = 0x9

- *NOTE_OFF*

3 bytes: [type/channel] [note number] [velocity],
onde type = 0x8

demonstração: [midi.c](#)

Protocolo de comunicação

Números de notas MIDI:

Octave	Note Numbers											
	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
4	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
5	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
6	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
7	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
8	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
9	120	121	122	123	124	125	126	127				

Protocolo de comunicação

Números de notas MIDI:

Octave	Note Numbers											
	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
4	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
5	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
6	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
7	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
8	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
9	120	121	122	123	124	125	126	127				

Intervalo de frequências: [8.17579Hz, 12543.85395Hz]

Protocolo de comunicação

Eventos de controles básicos:

Protocolo de comunicação

Eventos de controles básicos:

- *NOTE_AFTERTOUCH*

3 bytes: [type/channel] [note number] [amount],
onde type = 0xA

Protocolo de comunicação

Eventos de controles básicos:

- *NOTE_AFTERTOUCH*

3 bytes: [type/channel] [note number] [amount],
onde type = 0xA

- *CHANNEL_AFTERTOUCH*

2 bytes: [type/channel] [amount],
onde type = 0xD

Protocolo de comunicação

Eventos de controles básicos:

- *NOTE_AFTERTOUCH*

3 bytes: [type/channel] [note number] [amount],
onde type = 0xA

- *CHANNEL_AFTERTOUCH*

2 bytes: [type/channel] [amount],
onde type = 0xD

demonstração: [aftertouch.mp4 \(1:12\)](#)

Protocolo de comunicação

Eventos de controles básicos:

Protocolo de comunicação

Eventos de controles básicos:

- *PITCH_BEND*

3 bytes: [type/channel] [value] [value],
onde type = 0xE

Protocolo de comunicação

Eventos de controles básicos:

- *PITCH_BEND*

3 bytes: [type/channel] [value] [value],
onde type = 0xE

- *PROGRAM_CHANGE*

2 bytes: [type/channel] [program number],
onde type = 0xC

Protocolo de comunicação

Eventos de controles básicos:

- *PITCH_BEND*

3 bytes: [type/channel] [value] [value],
onde type = 0xE

- *PROGRAM_CHANGE*

2 bytes: [type/channel] [program number],
onde type = 0xC

demonstração: [midi.c](#)

Protocolo de comunicação

Conjunto de sons do *General MIDI*:

1-8	Piano	65-72	Reed
9-16	Chromatic Percussion	73-80	Pipe
17-24	Organ	81-88	Synth Lead
25-32	Guitar	89-96	Synth Pad
33-40	Bass	97-104	Synth Effects
41-48	Strings	105-112	Ethnic
49-56	Ensemble	113-120	Percussive
57-64	Brass	121-128	Sound Effects

Protocolo de comunicação

Eventos de controles contínuos:

3 bytes [type/channel] [controller type] [value], onde type = 0xB

Exemplos para [controller type]:

- *VOLUME* (0x07)
- *EXPRESSION* (0x0B)
- *SUSTAIN_PEDAL* (0x40)
- *LEGATO_PEDAL* (0x44)
- *ATTACK_TIME* (0x49)
- *RELEASE_TIME* (0x48)

Formato digital de partitura

- ABC
- GUIDO
- MIDI
- MusicXML
- MusiXTeX
- NIFF
- muitos outros mais!

<http://www.music-notation.info/en/compmus/notationformats.html>

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- o formato deve ser aberto.

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- o formato deve ser aberto.
 - ▶ formatos proprietários ferem a liberdade dos usuários (Richard Stallman);

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- o formato deve ser aberto.
 - ▶ formatos proprietários ferem a liberdade dos usuários (Richard Stallman);
 - ▶ MIDI é fortemente controlado pela *MIDI Manufacturers Association*;

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- o formato deve ser aberto.
 - ▶ formatos proprietários ferem a liberdade dos usuários (Richard Stallman);
 - ▶ MIDI é fortemente controlado pela *MIDI Manufacturers Association*;
 - ▶ a especificação é encontrada facilmente na Internet;

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- o formato deve ser aberto.
 - ▶ formatos proprietários ferem a liberdade dos usuários (Richard Stallman);
 - ▶ MIDI é fortemente controlado pela *MIDI Manufacturers Association*;
 - ▶ a especificação é encontrada facilmente na Internet;
 - ▶ a transparência não é afetada pelos arquivos serem binários.

Formato digital de partitura

MIDICSV

```
0, 0, Header, 1, 2, 480
1, 0, Start_track
1, 0, Title_t, "Close Encounters"
1, 0, Text_t, "Sample for MIDICsv Distribution"
1, 0, Copyright_t, "This file is in the public domain"
1, 0, Time_signature, 4, 2, 24, 8
1, 0, Tempo, 500000
1, 0, End_track
2, 0, Start_track
2, 0, Instrument_name_t, "Church Organ"
2, 0, Program_c, 1, 19
2, 0, Note_on_c, 1, 79, 81
2, 960, Note_off_c, 1, 79, 0
2, 960, Note_on_c, 1, 81, 81
2, 1920, Note_off_c, 1, 81, 0
2, 1920, Note_on_c, 1, 77, 81
2, 2880, Note_off_c, 1, 77, 0
2, 2880, Note_on_c, 1, 65, 81
2, 3840, Note_off_c, 1, 65, 0
2, 3840, Note_on_c, 1, 72, 81
2, 4800, Note_off_c, 1, 72, 0
2, 4800, End_track
0, 0, End_of_file
```


Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- a disponibilidade de encontrar arquivos.

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- a disponibilidade de encontrar arquivos.
 - ▶ MIDI é um formato muito popular na Internet;

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- a disponibilidade de encontrar arquivos.
 - ▶ MIDI é um formato muito popular na Internet;
 - ▶ existem diversos repositórios *online*.



Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- o suporte a símbolos musicais.

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- o suporte a símbolos musicais.
 - ▶ arquivos *Standard MIDI Files* (SMF) não contemplam muitos símbolos;

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- o suporte a símbolos musicais.
 - ▶ arquivos *Standard MIDI Files* (SMF) não contemplam muitos símbolos;
 - ▶ protocolo permite criação de eventos exclusivos de sistemas (*System Exclusive*).

Formato digital de partitura

expMIDI - David Cooper e coautores

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		✓	//	♯	♯	✂	♩	.	(	)
10		+	,	-			0	1	2	3
20	4	5	6	7	8	9				
30	>	♭	≠	(♭)	♯	¢	□	♩	<i>mf</i>	✓
40	♩		✓	□	○		(♭)	○	<i>mp</i>	♩
50	□	♯	≈	⌒	♩	♯	♩	□	<i>fz</i>	♯
60	stem	♯	^	-	□	♯	♭	c	□	♩

Formato digital de partitura

expMIDI - David Cooper e coautores

70	<i>f</i>									
		dot								
80	<i>p</i>			<i>s</i>						
90	<i>z</i>								<i>sfz</i>	
100										<i>ffz</i>
110										
					barline	Legato Pedal	tie1	tie2		
120										

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- a quantidade de *softwares* de edição.

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- a quantidade de *softwares* de edição.
 - ▶ MIDI é um formato popular para importação/exportação;

Formato digital de partitura

Quesitos de escolha:

- a quantidade de *softwares* de edição.
 - ▶ MIDI é um formato popular para importação/exportação;
 - ▶ existem diversos *softwares* para Linux.



MIDI no Linux

ALSA (*Advanced Linux Sound Architecture*)

MIDI no Linux

ALSA (*Advanced Linux Sound Architecture*)

- API de áudio do sistema operacional;

MIDI no Linux

ALSA (*Advanced Linux Sound Architecture*)

- API de áudio do sistema operacional;
- parte integrante do *kernel* do Linux;

MIDI no Linux

ALSA (*Advanced Linux Sound Architecture*)

- API de áudio do sistema operacional;
- parte integrante do *kernel* do Linux;
- suporte a dispositivos com portas USB.

MIDI no Linux

JACK (*JACK Audio Connection Kit*)

MIDI no Linux

JACK (*JACK Audio Connection Kit*)

- servidor de som;

MIDI no Linux

JACK (*JACK Audio Connection Kit*)

- servidor de som;
- entre a aplicação e o *hardware*;

MIDI no Linux

JACK (*JACK Audio Connection Kit*)

- servidor de som;
- entre a aplicação e o *hardware*;
- suporte a dispositivos com portas FireWire (via FFADO).

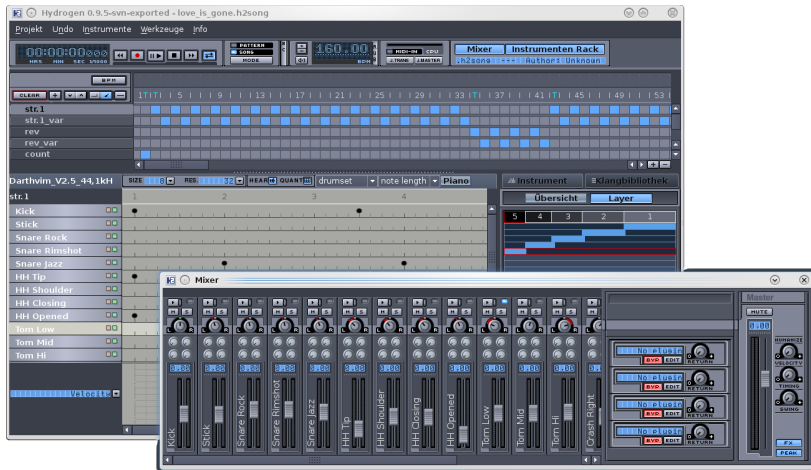
Sintetizadores para Linux

Bristol



Sintetizadores para Linux

Hydrogen



Sintetizadores para Linux

Phasex

The screenshot displays the Phasex-01 synthesizer interface, which is organized into several functional sections:

- General:** Includes controls for BPM (128), Master Tune (0), KeyMode (Poly), VolKeyFollow (-64), Transpose (0), and Portamento (2).
- Filter:** Features Cutoff (64), Resonance (120), Smoothing (16), KeyFollow, KeyTrig, Mode (LP+BP), Type (Dist/Retro), and Gain (104).
- Filter LFO:** Includes LFO velocity (1-4) and Cutoff (24).
- Filter Envelope:** Controls Env Sign (+/-), Env Amt (12), Attack (0), Decay (60), Sustain (0), and Release (48).
- Amplifier:** Includes Patch Vol (100), Pan (0), Stereo Width (127), Velocity (0), Attack (16), Decay (16), Sustain (127), and Release (19).
- Chorus:** Includes Mix (24), Depth (120), Delay Time (37), Feedback (0), and Crossover (Off/On).
- Chorus LFO:** Controls LFO Wave (Sine) and LFO Rate (1/2).
- Chorus Phaser:** Includes Phase Rate (1/1) and Phase Bal (64).
- Osc-1 to Osc-4:** Each oscillator section contains Mix Mod, Polarity, Source (MIDI Key), Wave (BL RevSaw/Sine), Rate (1/1), Init Phase (0), Transpose (0), Fine Tune (0), Pitchbend (12), and various modulation options (AM, FM, PM, Wave LFO, Wave Amt).
- Osc-1 to Osc-4 Modulators:** Each modulator section includes AM Mod (Off), AM Amt (0), FM Mod (LFO-3/LFO-4), FM Amt (0), FM Fine (0), PM Mod (Osc-3/Osc-4), PM Amt (24/12), and Wave LFO (Off/1-4).
- LFO-1 to LFO-4:** Each LFO section includes Polarity, Wave (BL RevSaw/Stair), Source (Tempo+Trig/Filter Env), Rate (4/1/1/8/1/2), and Init Phase (0).

Sintetizadores para Linux

ZynAddSubFx

The screenshot displays the ZynAddSubFx software interface, which is a multi-panel digital synthesizer. The top bar shows the application title 'ZynAddSubFx (c)2002-2005 Nasir' and the system clock '18:02'. The interface is divided into several main sections:

- File / Instrument / Record / Misc:** A top menu bar with icons for file operations, instrument selection, recording, and miscellaneous functions.
- System Effects / Insertion Effects / Scales:** A section for applying various effects and selecting scales.
- Presets:** A list of preset instruments, including 'M.W. Master KeyShifter', 'M.W. P. Horn', 'M.W. System Effects', and 'M.W. System Effects (Reverb)'. It includes a 'Send To' dropdown and a 'Reverb' button.
- Harmonic Structure / Envelopes / FOS:** A section for defining the harmonic structure and envelopes. It features a 'Profile of One Harmonic (Frequency Distribution)' graph and a 'Harmonic Content' graph. Parameters include 'Base Type', 'Gen', 'AddFreq', 'StrMedize', 'Full', 'Amplitude', 'Form', 'Par1', 'Par2', 'P auto', 'Bandwidth Scale', 'Spectrum Mode', 'Bandwidth', 'OvertonesPosition', 'Par3', 'Par2 Forward', and 'Harmon'. A 'Change' button is also present.
- Virtual Keyboard - ZynAddSubFx:** A digital piano keyboard interface for playing notes.
- ADsynth Voice Parameters:** A section for configuring individual voice parameters, including 'On', 'Delay', 'Filter', 'Amplitude', 'Frequency', and 'Modulator'. It includes a 'Filter Parameters' section with 'Filter Type' (Lowpass, Highpass, Bandpass, Allpass, Notch, etc.) and 'Filter Envelope'. The 'Amplitude' section includes 'Amplitude Envelope' and 'Amplitude LFO'. The 'Frequency' section includes 'Frequency Envelope' and 'Frequency LFO'. The 'Modulator' section includes 'Mod. Amplitude' and 'Mod. Frequency'. The 'Mod. Oscillator' section includes 'Mod. Oscillator' and 'Mod. Phase'.
- ADsynth Global Parameters of the Instrument:** A section for configuring global parameters for the instrument, including 'Amplitude', 'Filter', 'Frequency', and 'Modulator'. It includes a 'Filter Parameters' section with 'Filter Type' and 'Filter Envelope'. The 'Amplitude' section includes 'Amplitude Envelope' and 'Amplitude LFO'. The 'Frequency' section includes 'Frequency Envelope' and 'Frequency LFO'. The 'Modulator' section includes 'Mod. Amplitude' and 'Mod. Frequency'. The 'Mod. Oscillator' section includes 'Mod. Oscillator' and 'Mod. Phase'.
- Part's Insert Effects:** A section for applying effects to individual parts, including 'Chorus' and 'Reverb'.
- ADsynth Voices List:** A list of active voices, showing their volume, pan, and reverb settings.

That's all folks!

The End! $\Rightarrow$)