

**COMPUTER SCIENCE
CASE STUDY**

For use in May 2006 and November 2006

**INFORMATIQUE
ETUDE DE CAS**

Pour utilisation lors des sessions de mai 2006 et novembre 2006

**INFORMÁTICA
ESTUDIO DE UN CASO**

Para uso en las convocatorias de mayo de 2006 y noviembre de 2006

**COMPUTER SCIENCE
CASE STUDY**

For use in May 2006 and November 2006

INSTRUCTIONS TO CANDIDATES

- Case study booklet required for higher level paper 2 and standard level paper 2 computer science examinations.

MIDI – Musical Instrument Digital Interface.

MIDI is the use of computer programs and sound cards to play numerous musical parts with realistic sounds.

History

Before MIDI was invented a composer had to get a whole band together in order to hear what a composition sounded like. This was time-consuming, expensive and difficult to arrange. But it had to be done after every re-write in order to hear the latest version. MIDI makes it possible to hear a piece of music without the need for musicians who are capable of learning to play the music fast. MIDI makes it possible for one person to:

- Create music that would require many musicians to play.
- Engineer difficult passages.
- Play the music.
- Edit the music.
- Post the music.
- Create music even if one can't play an instrument.

MIDI requires fewer people, less equipment and no studio facilities. Instead of hiring musicians, equipment and studios to record a composition after every change, the composer can record each track into the computer whenever it is convenient. Once in the computer the music can be edited often until it is perfect. Corrections can be made to individual notes so that new versions of the music do not require the musicians to replay all the 'good' sections again. Difficult sections can be played in at a slow speed, or even engineered, and replayed at full speed without affecting the sound quality. Additionally, the whole piece can be edited if needed. For example, every note could be raised by a semitone at the press of a button. This would normally require the whole piece to be re-recorded. Replays can be heard immediately after each edit and multiple versions can be saved for comparison. This leaves the composer free to compose music instead of spending large amounts of time organizing recording sessions.

The cost of MIDI technology is falling and performance is rising. So much so that very high quality equipment is now available to the general public. By comparison, the cost of using a studio will keep pace with wage, rent and equipment costs. MIDI technology is, in effect, a "Band in a Box" that is available 24 hours a day, 7 days a week. When the composer has an inspirational idea, the band is there, ready and waiting to show the composer what the idea will actually sound like. The idea is also saved for future reference.

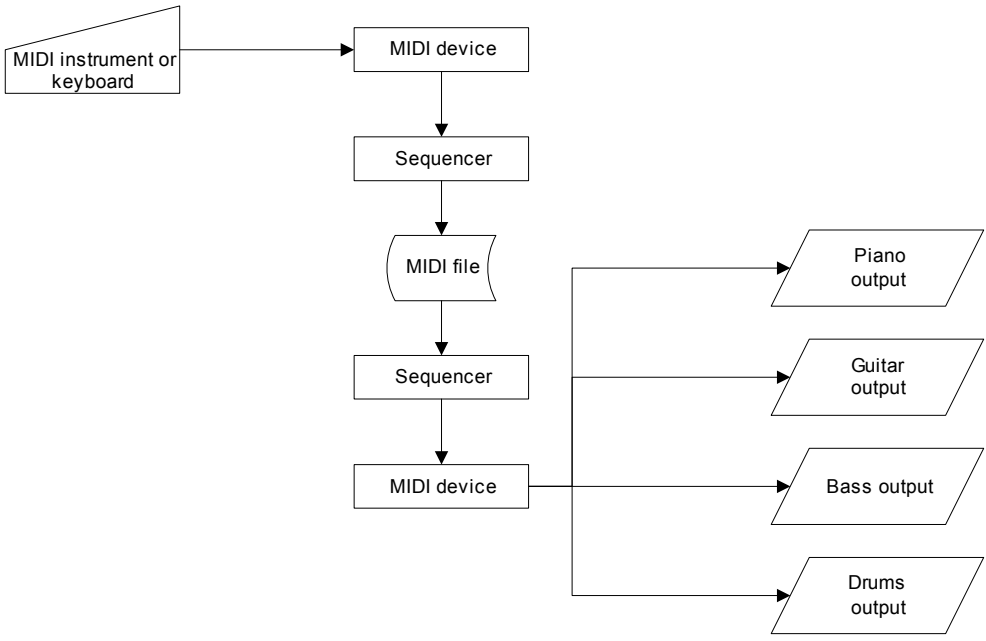
Input to a MIDI file is usually via a MIDI keyboard but other instruments can be modified to generate MIDI data. A guitar, for example, usually generates an analog signal but, fitted with the right sensors, it can generate digital MIDI data. This same data can be used to drive a sound module that is set up to produce the sound of a harp, or a flute, or a piano. In fact anything, the sound of a frog croaking can be used as the sound source and suddenly the frog is singing the composer's tune. If you can play one MIDI instrument you can produce the sound of any real instrument and more - in effect creating music that is impossible using conventional instruments.

MIDI emerged alongside synthesisers. Musicians wanted to control them with computers and at the same time one of the first home computers, the Commodore 64, became available to the public. The Commodore had a built-in analog synthesiser chip and musicians began to use it. The PC had no built in chip but it wasn't long before a slot-in card with a built in chip was available. It came with a language suitable for transferring data, MIDI, which was adopted by many manufacturers and the musical revolution had begun. Software, called a sequencer, was developed to make controlling the chip easy, MIDI interfaces were added to many devices and the MIDI Manufacturers Association was created to establish and control industry wide protocols.

Computerised control allows the musician to:

- Control electronic instruments remotely.
- Control electronic instruments automatically.
- Control more than one instrument.
- Combine sounds.
- Use one sound module to create several instruments.
- Create music that is physically impossible to play.

The instructions for controlling MIDI devices can be batch processed (a pre-recorded list of instructions) or processed in real time (instructions generated during performance).



How it works

When a musician uses a conventional instrument to create a note, it always starts with an action such as blowing, plucking, pressing, bowing or hitting. This is called a 'NOTE-ON' event in MIDI. The sound can be stopped sometime later when the musician ceases to execute the 'NOTE-ON' event. Stopping the sound in this way is a 'NOTE-OFF' event. The sound will also have a 'PITCH' corresponding to the underlying frequency of the sound wave. A high 'PITCH' note such as that produced by a whistle will have a high frequency.

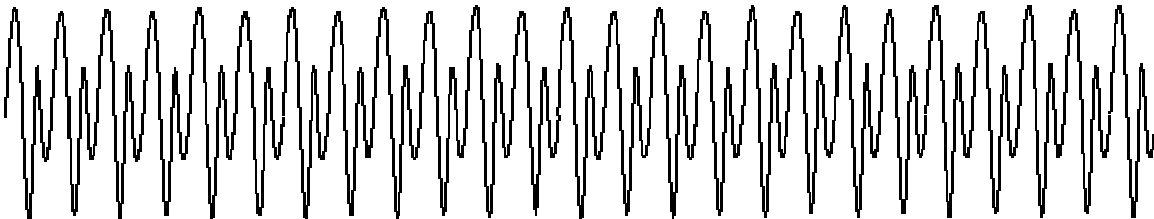


Figure 1: High Frequency

A low 'PITCH' note such as that produced by a rumble will have a low frequency.

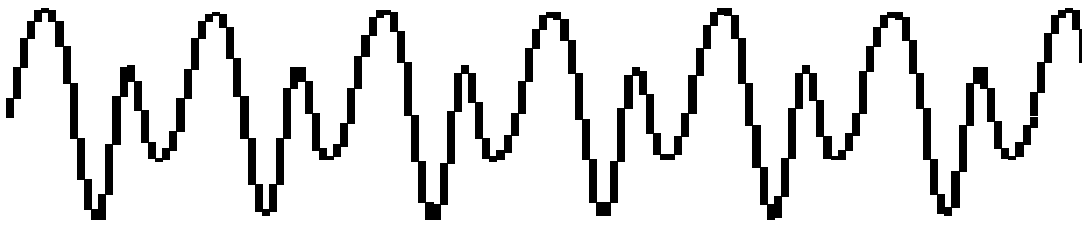


Figure 2: Low Frequency

The sound will also have a 'VOLUME' or amplitude depending on how loud it is. A quiet sound will have a low 'VOLUME' and a loud sound will have a high 'VOLUME'. The speed at which the note builds up from zero volume to full volume is called the 'ATTACK'. Something that is hit, such as a drum, reaches full volume almost straight away and is said to have a fast 'ATTACK'. The gentle build up volume that can be produced by bowing a cello has a slow 'ATTACK'. The speed at which a note fades away is called the 'DECAY'. A drum beat fades away quickly and so has a fast 'DECAY', whereas a piano note, so long as the key remains pressed, loses volume slowly and so has a slow 'DECAY'. There are other PARAMETERS that can be applied to a note but these are the main ones and collectively they define the ENVELOPE of the note.



Figure 3: Parameters of a note. Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission.

When the envelope parameters are combined with a soundwave the result is a note.

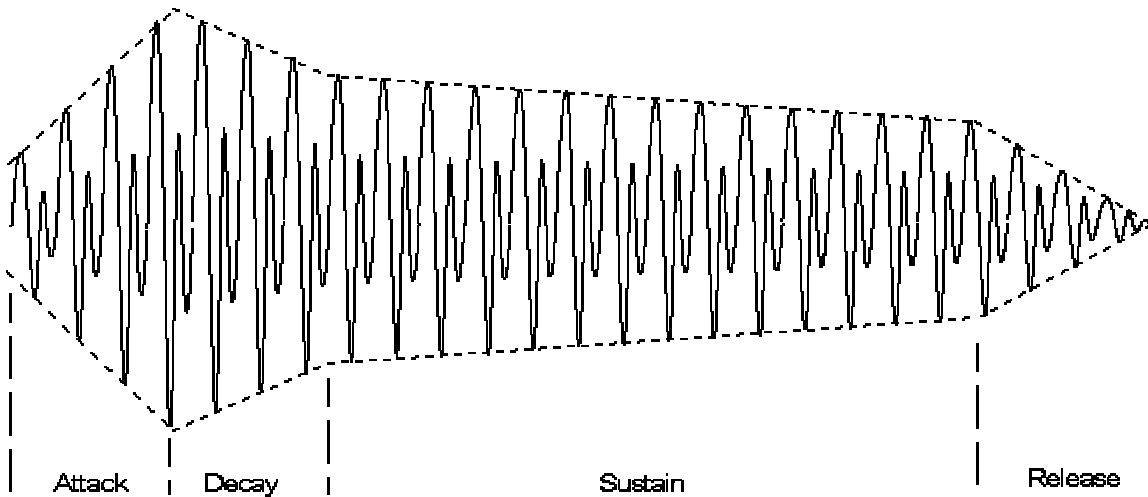


Figure 4: A sound wave modified by an envelope. Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission.

A musical note can therefore be stored as a list of integers representing all of its parameters. Storing the data this way makes it easy to manipulate. For example, to increase the volume of a note just increase the value of the Volume parameter. Or to change the note itself just change the Pitch value. It also produces very small files compared with other methods of recording. This makes them very suitable for use in small devices and for transmission. For example a tune can easily be stored on a small chip such as those found in greeting cards or delivered as part of an on-line computer game. And because it's all just numbers it is easy to handle digitally without the attenuation affects suffered by analog signals.

The sound wave inside the envelope can be created in two ways. Frequency Modulation (FM) synthesis and Wavetable synthesis.

With FM synthesis, a minimum of two periodic signals are mixed together and their parameters adjusted to create a sound. These sounds are not the sounds of real instruments but can be made to sound similar. FM synthesis is better for 'electronically' created sounds.

If real instrument sounds are needed then digital sampling systems are used to store high quality sound samples digitally, and then replay them as needed. Because samples require large amounts of memory, looping, pitch shifting, mathematical interpolation, and digital filtering can be used to reduce the amount of sampling required. This type of synthesis is called "wavetable" synthesis and can be thought of as a "table" of sounds which may be looked up and used. One-Shot Sounds such as short drum sounds are stored as a single sample which is played once through with no processing to save memory.

Data Compression can be used to improve the signal-to-noise ratio for some samples. The dynamic range of the sound samples is reduced and then decompressed during playback to restore the dynamic range. There are several techniques which may be used to compress the dynamic range of a signal.

Because the data for each instrument is delivered on a different track it can be transmitted between devices on different channels and every aspect of the sound can be easily edited and other parameters easily added. Not only can performance parameters be added ('slides', 'slurs', 'pull offs' etc) but colouration ('echo', 'phase', 'sustain' etc) can be applied.

In comparison, a digitised recording of an analog instrument has to be sampled about 44,000 times per second. This means the amplitude of the sound wave is measured 44,000 times each second and the value stored as a number. That's 44,000 numbers being saved for each second of performance, and that has to be done for each instrument. It is also more difficult to edit afterwards. If instruments have been mixed to produce a final performance it is very difficult to pull them apart again and the results may be unpredictable. This makes it more demanding on resources and takes control away from the composer.

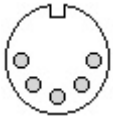
For example, if you play a note on a keyboard, and hold it for 1 minute, the NOTE-ON and NOTE-OFF MIDI messages will be stored in 6 bytes. To do the same thing with a digital recording will take $44,000 * 60$ samples because all of the sound between the start of the note and the end of the note has to be recorded. MIDI records the musician's actions, not the sound so it just has to save the events. The spaces between events are not recorded. MIDI takes about 10 Kbytes per minute of performance to store and digital audio takes about 10 Mbytes per minute of performance to store.

The major disadvantage of MIDI is that it cannot handle the singing of words. When the voice is used as an instrument ('oohs' and 'aahs') a sample of the sound can be made and played back as a parameter in a MIDI message. But because the words of a song are changing continuously they cannot be stored as a MIDI message parameter.

Communication

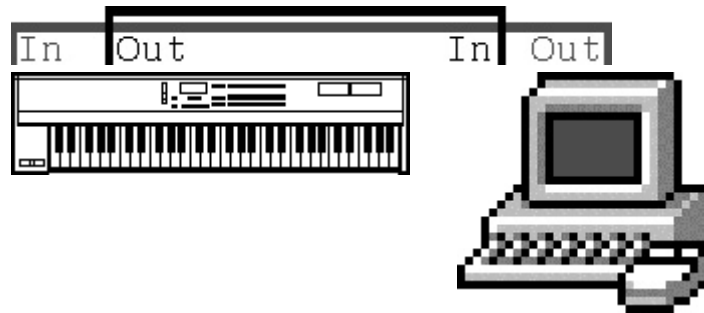
MIDI data flows in one direction (unidirectional) and does not handshake the target device before transmission (asynchronous). This means that the target device must be dedicated to the source and be available at all times to receive data. Data flows at a rate of 31.25 Kbits/s and is transmitted as 10-bit bytes: a start bit, 8 data bits and a stop bit. Signals are generated by MIDI controllers or sequencers.

MIDI controllers are devices that are attached to musical instruments that generate MIDI data as the musician is playing the instrument (real time processing). They are electronic circuits connected to keys, pick ups or microphones. A MIDI sequencer is a device which allows MIDI data to be captured, stored, edited and replayed (batch processing). A sequencer can be a computer application or a dedicated hardware device that can do everything a software version can do but it does it with electronic circuits and not computer program instructions. The hardware version is therefore faster and of a higher quality but the software version is easier to update or upgrade. The messages are transmitted via a MIDI OUT connection and received by a MIDI IN connection. There will often be a MIDI THRU connection available for messages that need to be passed from machine to machine without being altered in any way.



The connectors themselves are called 5 pin DIN jacks and separate connectors are used for IN, OUT and THRU signals. The internal wiring between pins means that general purpose DIN-to-DIN leads cannot be used and special MIDI leads have to be used. They look the same but the internal pin-to-pin connections are different. When a computer is connected to a keyboard MIDI connection, the keyboard is used to create performance data, the computer is used to store, edit and send it back to the keyboard. When the keyboard re-receives the MIDI data, it uses its onboard sound chips to reproduce the sounds.

Figure 5:



A single message sent between machines will represent a single instruction such as a NOTE-ON command. A typical message will often be 3 bytes in length: a status byte and 2 data bytes, For example, if a musician presses middle c on a keyboard the midi circuits inside the keyboard will send the numbers 144 60 64 to the MIDI OUT connectors. 144 means NOTE-ON. 60 means middle c. 64 is the velocity of the key press. When the key is released the numbers 128 60 64 will be sent. If the MIDI IN connector of a second device were connected to the same MIDI OUT connector, the same note would be played. If the first device were set to a piano sound, and the second device set to an organ sound, the result would be a piano and an organ playing the same note. Linking devices together like this is called 'Daisy Chaining'. Communications are serial and, when many machines are linked together, many events may need to be triggered at the same time. On the first note of a bar, for example, 10 instruments all playing a 5 note chord will generate 50 NOTE-ON messages needing to be delivered at the same time. Because the system is serial the 50 events will have to be triggered one after another. However, as it takes about 1ms to deliver a MIDI message, all 50 events can be triggered in 50 ms. To the human ear they sound simultaneously. Where delays may be audible a feature called 'running status' can be used to combine similar events in a single message. Messages will be either system or channel (voice and mode) messages.

Channel messages can be of type:

- Note On,
- Note Off,
- Velocity,
- Aftertouch
- Sustain,
- Key Pressure,
- Channel Pressure,
- Pitch Bend,
- Program Change.

System messages can be of type:

- Bank Select,
- RPN / NRPN,
- Channel Mode Messages,
- System Messages,
- System Common Messages,
- System Real Time Messages,
- System Exclusive Messages.

MIDI data can be stored in three formats. Format 0 stores all of the MIDI sequence data in a single track. This makes the data file small and uses less bandwidth for transmission but it is difficult to edit because all the parts are mixed. Format 1 files store MIDI data as a collection of tracks. The files are bigger than format 0 but they are easy to edit as all the different channels have been preserved. Format 2 files can store several channels using independent patterns. Format 1 is the most often used.

Messages can be transmitted along 16 channels and devices can be set to respond to a pre-selected channel. Middle c, NOTE-ON transmitted on channel 1 will be 144 60 64. The same note on channel 2 will be 145 60 64. Four bits within the message bit stream select the channel. This means that data sent around a daisy chain can be accepted or ignored by devices on the transmission path depending on which channels they are set to receive data. In effect, the devices can all be playing different notes using the data being transmitted around the system.

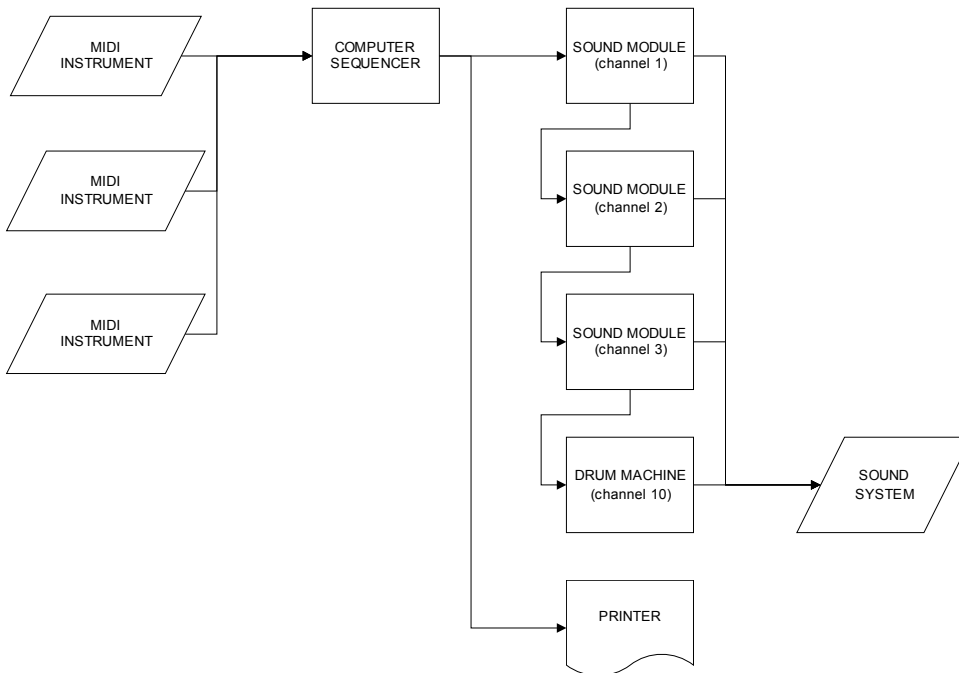


Figure 6:
Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission

The sounds produced by each sound module will depend on what sound patches have been assigned to each channel. The General MIDI system utilises channel 10 for drums and all the other channels for chromatic instruments. Instrument sounds are grouped into sets. For example, program numbers 1-8 are piano sounds, 9-16 are tuned percussion sounds, 17-24 are organ sounds, 25-32 are guitar sounds, etc. There are 128 sounds available. Channel 10 is therefore different from the rest as each note will produce the sound of a different instrument (bass drum, cymbal, clap) rather than the same sound produced at a different pitch.

Although three different input devices are shown above, often only one is used: a keyboard. The computer could be a small dedicated sequencer. And if the sound module were a type that could produce different sounds (polyphonic multi-timbral) on different channels at the same time then the system would look like:

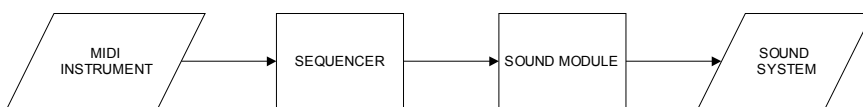


Figure 7:
Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission

Even a rudimentary system like this can reproduce the sound of an entire band. The sound card in a PC has been of limited quality in the past but better quality cards can be added, making a PC-based home recording studio look the following:

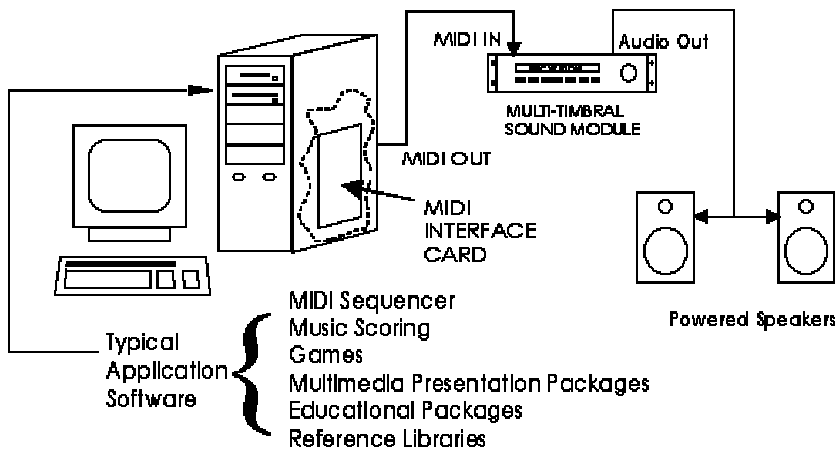


Figure 8: A PC-Based MIDI System. Courtesy of MIDI Manufacturers Association – Used with permission.

Configuration

Computer applications address hardware devices through the use of drivers. These provide applications software with a common interface to access hardware simply. When a MIDI interface or synthesiser is installed in a computer a suitable device driver has to be loaded. In Windows a MIDI Mapper applet is used to receive messages from an application, which then sends the messages to the device driver.

Conclusion

The storage efficiency and ease of editing makes MIDI an attractive tool for generation of sounds in multimedia applications, computer games, portable devices or high-end karaoke equipment. It also opens up its own avenues for musical expression to the musically literate and illiterate alike. One such application uses the electronic systems found in burglar alarms to generate the MIDI messages. Proximity sensors are used to detect movement within a performance space. The speed of movement and positioning is used to generate pitch and volume data. Computers are then used to normalise this data to a set of rules and to generate other signals that are used to create backing. Rather than the dancer having to follow the music, the dancer can thus create to music and never be out of step.

INFORMATIQUE
ÉTUDE DE CAS

Pour utilisation lors des sessions de mai 2006 et novembre 2006

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

- Livret d'étude de cas requis pour l'épreuve 2 du niveau supérieur et du niveau moyen d'informatique.

MIDI : Musical Instrument Digital Interface. Interface numérique des instruments de musique.

MIDI désigne l'utilisation de programmes informatiques et de cartes son pour exécuter des morceaux musicaux à l'aide de sons réalistes.

HISTOIRE

Avant l'invention du MIDI, un compositeur devait rassembler tout un orchestre pour entendre à quoi ressemblait sa composition. Cela prenait du temps, c'était cher et difficile à organiser. Mais cela devait être fait après chaque réécriture si l'on voulait écouter la dernière version du morceau. Grâce au MIDI, il est possible d'entendre un morceau de musique sans avoir besoin des musiciens. Le MIDI permet :

- de créer de la musique dont l'exécution nécessiterait de nombreux musiciens ;
- de traiter les passages difficiles ;
- de jouer de la musique ;
- de modifier de la musique ;
- de poster de la musique ;
- de créer de la musique même si on ne sait pas jouer d'un instrument.

Le MIDI nécessite moins de personnes, d'équipement et aucun studio. Au lieu de louer des musiciens, un équipement et des studios pour enregistrer une composition après chaque modification, le compositeur peut enregistrer chaque piste dans l'ordinateur lorsque cela lui convient. La musique peut alors être modifiée autant de fois que nécessaire, jusqu'à ce qu'elle soit parfaite. Chaque note peut être corrigée afin que les musiciens n'aient pas à rejouer toutes les « bonnes » parties des nouvelles versions. Les parties difficiles peuvent être jouées à vitesse lente ou même orchestrées et rejouées à vitesse normale sans que la qualité du son en soit pour autant affectée. De plus, tout le morceau peut être modifié si nécessaire. Par exemple, une simple pression d'un bouton suffit pour élever chaque note d'un demi-ton. En temps normal, il faudrait ré-enregistrer tout le morceau. Les re-exécutions peuvent être immédiatement écoutées après chaque modification et plusieurs versions peuvent être enregistrées pour être comparées. Le compositeur est ainsi libre de composer sa musique sans avoir besoin de passer du temps à organiser des sessions d'enregistrement.

Le coût de la technologie MIDI a chuté et la performance a augmenté. À tel point que des équipements de très haute qualité sont à présent accessibles au grand public. Par comparaison, le coût de l'utilisation d'un studio suivra la même progression que les salaires, les coûts de location et d'équipement. La technologie MIDI est une vraie « band in the box », un orchestre tout prêt, disponible 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Lorsque le compositeur a l'inspiration, l'orchestre est là, prêt à lui montrer à quoi ressemble son idée. Cette dernière est également enregistrée comme future référence.

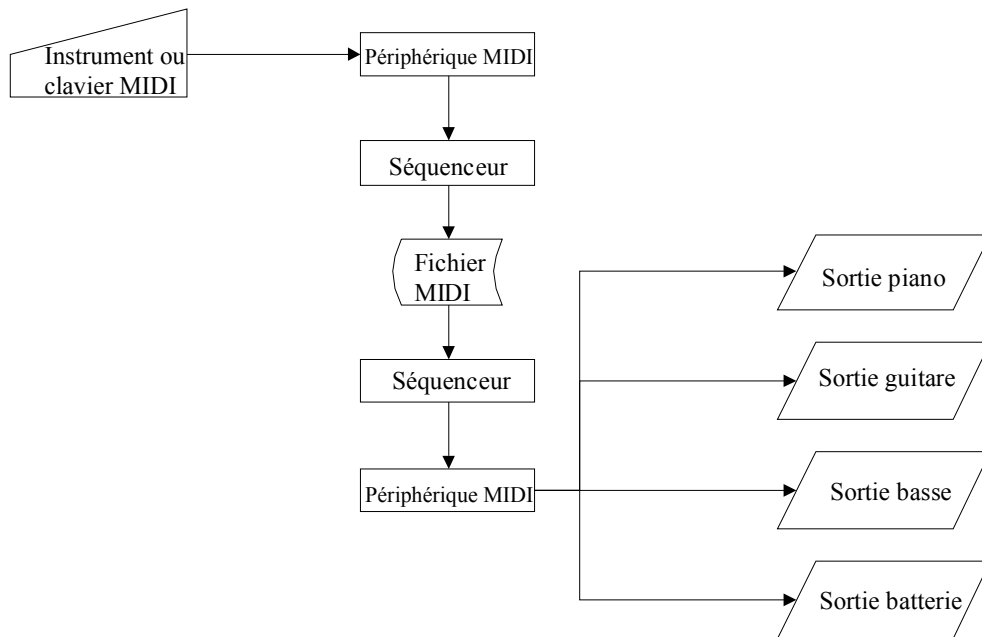
L'entrée dans un fichier MIDI se fait généralement *via* un clavier MIDI, mais d'autres instruments peuvent être modifiés pour générer des données MIDI. Une guitare, par exemple, génère généralement un signal analogique mais, avec les bons capteurs, elle peut générer des données numériques MIDI. Ces mêmes données peuvent être utilisées pour piloter un module son configuré pour reproduire le son d'une harpe, d'une flûte ou d'un piano. En fait n'importe quoi, le croassement d'une grenouille par exemple, peut être utilisé comme source de son : soudain, la grenouille se met à chanter la mélodie du compositeur. Si vous savez jouer d'un instrument MIDI, vous pouvez reproduire le son de n'importe quel instrument réel, créant ainsi une musique qui n'existerait pas avec des instruments conventionnels.

Le MIDI est apparu en même temps que les synthétiseurs. Les musiciens voulaient les contrôler avec des ordinateurs. C'est alors que l'un des premiers ordinateurs familiaux, le Commodore 64, arriva sur le marché. Il était équipé d'une puce de synthétiseur analogique intégrée que les musiciens commencèrent à utiliser. Le PC, lui, n'avait pas de puce intégrée mais une carte à enficher avec une puce intégrée fut rapidement disponible. Elle était fournie avec un langage permettant le transfert des données, MIDI, qui fut adopté par beaucoup de fabricants. La révolution musicale venait de commencer. Un logiciel, appelé séquenceur, avait été mis au point pour faciliter le contrôle de la puce, des interfaces MIDI furent ajoutées à de nombreux périphériques et la MMA (MIDI Manufacturers Association) fut créée pour établir et contrôler des protocoles communs à toutes les industries.

Le contrôle informatisé permet au musicien :

- de contrôler à distance des instruments électroniques ;
- de contrôler automatiquement des instruments électroniques ;
- de contrôler plusieurs instruments ;
- de combiner des sons ;
- d'utiliser un module de son pour créer plusieurs instruments ;
- de créer de la musique qu'il serait impossible physiquement de jouer.

Les instructions permettant de contrôler les périphériques MIDI peuvent être traitées par lots (liste d'instructions pré-enregistrée) ou en temps réel (instructions générées pendant l'exécution).



FONCTIONNEMENT.

Lorsqu'un musicien utilise un instrument conventionnel pour créer une note, il commence toujours par réaliser une action comme souffler, pincer des cordes, appuyer, manier un archet ou frapper. C'est ce qu'on appelle un événement « NOTE-ON » dans MIDI. Le son peut être arrêté plus tard lorsque le musicien s'arrête d'exécuter l'événement « NOTE-ON ». L'arrêt du son s'appelle un événement « NOTE-OFF ». Le son aura également un « PITCH » correspondant à la fréquence sous-jacente de l'onde sonore. La fréquence d'une note de « PITCH » aiguë, comme celle produite par un sifflet, sera élevée.

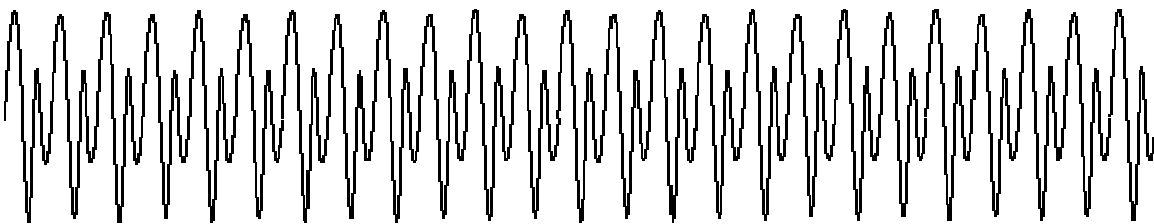


Figure 1 : Fréquence élevée

La fréquence d'une note de « PITCH » grave, comme celle produite par un grondement, sera basse.

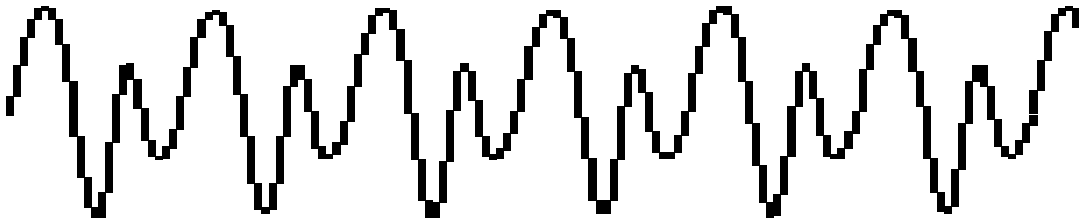


Figure 2 : Fréquence basse

Le son aura également un « VOLUME » ou une amplitude en fonction de sa puissance. Le « VOLUME » d'un son faible sera bas, tandis que celui d'un son fort sera élevé. « ATTACK » désigne la vitesse à laquelle le son atteint son volume maximal. On dit qu'un élément frappé, comme une batterie, qui atteint un volume maximal presque immédiatement a une « ATTACK » rapide. A contrario, un volume qui augmente peu à peu, comme celui que l'on obtient en jouant du violoncelle, a une « ATTACK » lente. La vitesse à laquelle une note décroît s'appelle le « DECAY ». Un rythme de batterie décroît rapidement et a donc un « DECAY » rapide, tandis qu'une note de piano, tant que la touche reste enfoncée, perd lentement du volume et a donc un « DECAY » faible. Il existe d'autres PARAMÈTRES qui peuvent être appliqués à une note mais ce sont les principaux et collectivement, ils définissent l'ENVELOPPE de la note.

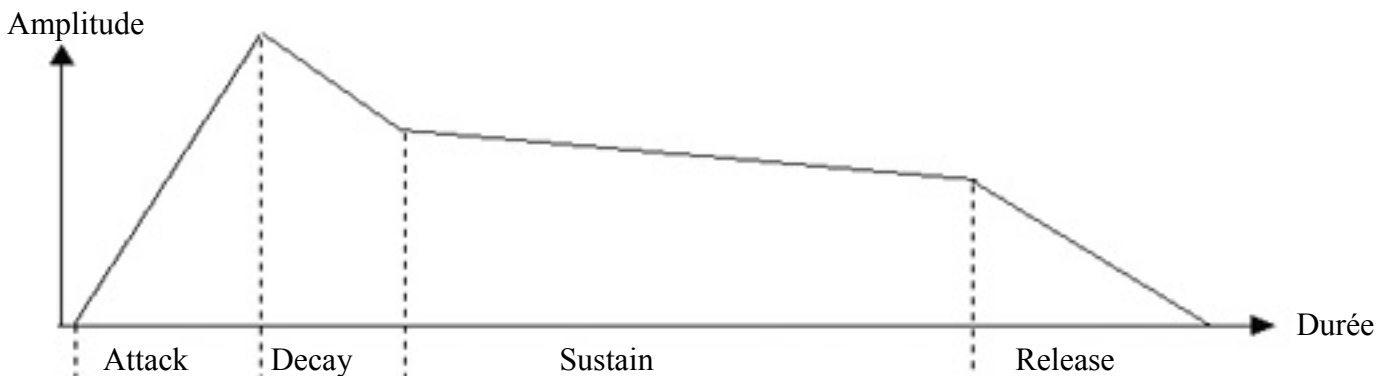


Figure 3 : Paramètres d'une note. Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission.

Lorsque les paramètres de l'enveloppe sont combinés avec une onde sonore, cela donne une note.

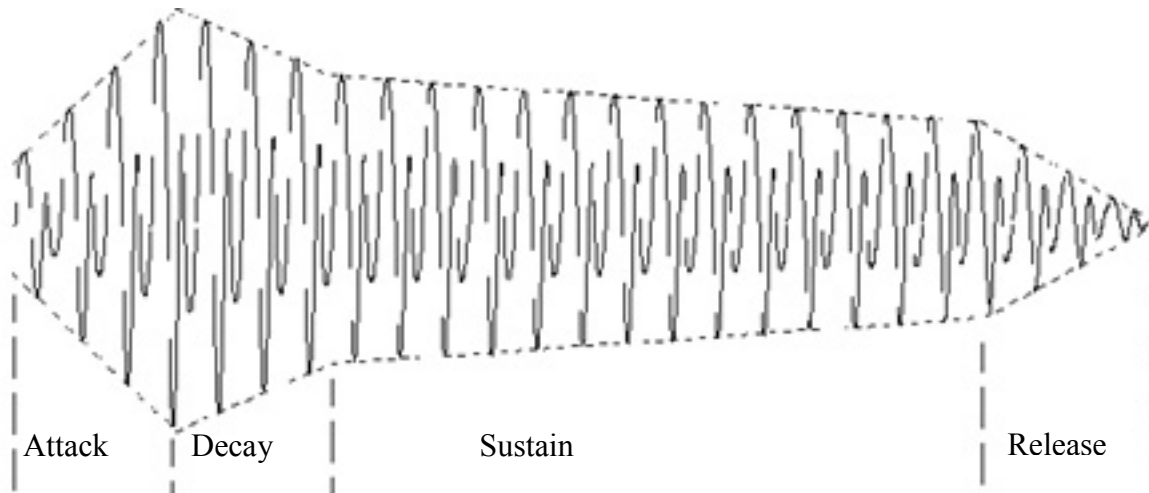


Figure 4 : Une onde sonore modifiée par une enveloppe. Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission.

Une note de musique peut donc être stockée sous la forme d'une liste d'entiers représentant tous ces paramètres. Ce stockage des données facilite leur manipulation. Par exemple, pour élever le volume d'une note, il suffit d'augmenter la valeur du paramètre Volume. Ou pour changer la note elle-même, de modifier juste la valeur de Pitch. Les fichiers ainsi produits sont également très petits par rapport à ceux obtenus avec d'autres méthodes d'enregistrement. Ils peuvent donc être facilement utilisés dans de petits appareils et aisément transmis. Par exemple, on peut aisément stocker une mélodie sur une petite puce, comme celles que l'on trouve dans les cartes de vœux ou qui sont fournies avec un jeu vidéo en ligne. Et comme il s'agit juste de nombres, il est facile de les manipuler numériquement, sans qu'ils soient soumis au mêmes effets d'atténuation que les signaux analogiques.

L'onde sonore à l'intérieur de l'enveloppe peut être créée de deux manières : grâce à la synthèse par modulation de fréquence (FM) ou à la synthèse par table d'échantillons.

Avec la synthèse FM, deux signaux périodiques au moins sont mélangés et leurs paramètres réglés pour créer un son. Ces sons ne sont pas ceux d'instruments réels mais peuvent y ressembler. La synthèse FM est préférable pour les sons créés « électroniquement ».

Si des sons d'instruments réels sont nécessaires, des systèmes d'échantillonnage numérique sont utilisés pour stocker numériquement des échantillons de son de grande qualité, puis pour les rejouer lorsque c'est nécessaire. Les échantillons requièrent de grandes quantités de mémoire. La postsynchronisation, le pitch-shifting (changement de hauteur d'un son sans modifier sa durée), les interpolation mathématiques, et le filtrage numérique peuvent donc être utilisés pour réduire la quantité d'échantillons nécessaire. C'est ce que l'on appelle une synthèse « par table d'échantillons ». On peut la considérer comme une « table » de sons qui peut être examinée et utilisée. Les sons uniques comme les sons de batterie courts sont stockés comme un seul échantillon qui peut être joué une fois sans traitement pour économiser de la mémoire.

La compression des données peut être utilisée pour améliorer le rapport signal-bruit de certains échantillons. La dynamique des échantillons de son est réduite puis décompressée pendant la lecture. Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour comprimer la dynamique d'un signal.

Les données de chaque instrument se trouvent sur une piste différente et peuvent donc être transmises d'un périphérique à l'autre sur différents canaux. Chaque aspect du son peut ainsi être facilement modifié et d'autres paramètres facilement ajoutés. Il ne s'agit pas seulement de paramètres d'exécution (« slides », « slurs » ou « coulés », « pull offs » ou « tirés » etc), mais également de coloration (« écho », « phase », « sustain » ou « soutien », etc).

Par comparaison, un enregistrement numérisé d'un instrument analogique doit être échantillonné environ 44 000 fois par seconde. Cela signifie que l'amplitude de l'onde sonore est mesurée 44 000 fois toutes les secondes et que sa valeur est stockée comme un nombre. Cela représente 44 000 nombres enregistrés pour chaque seconde d'exécution et cela doit être fait pour chaque instrument. Il est également plus difficile de procéder à des modifications par la suite. Si les instruments ont été mixés pour produire le morceau final, il est très difficile de les séparer à nouveau et le résultat peut être imprévisible. Ceci est donc plus exigeant pour les ressources et enlève le contrôle au compositeur.

Par exemple, si vous jouez une note au clavier et que vous la tenez pendant 1 minute, les messages MIDI NOTE-ON et NOTE-OFF seront stockés dans 6 octets. Pour faire la même chose avec un enregistrement numérique, il faudra $44\,000 * 60$ échantillons car tous les sons qui se trouvent entre le début et la fin de la note doivent être enregistrés. MIDI enregistre les actions des musiciens, pas le son. Il doit donc juste enregistrer les événements. Les espaces entre les événements ne sont pas enregistrés. Chaque minute d'exécution occupe 10 Ko de stockage dans MIDI, alors qu'un audio numérique occupe environ 10 Mo par minute d'exécution.

L'inconvénient principal de MIDI est qu'il ne peut pas gérer les paroles chantées. Lorsque la voix est utilisée comme instrument (les « oohs » et les « aahs »), un échantillon du son peut être réalisé et lu comme paramètre dans un message MIDI. Mais les paroles d'une chanson changent continuellement et ne peuvent donc être stockées comme paramètre d'un message MIDI.

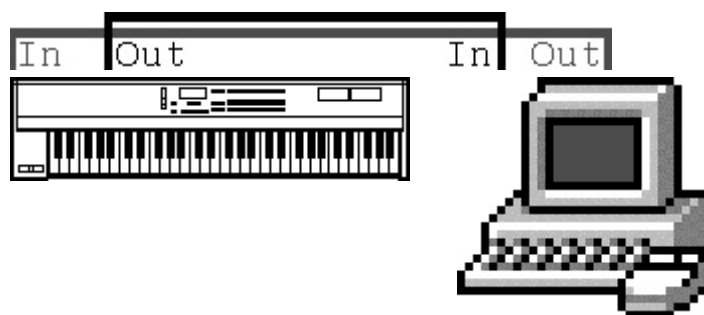
COMMUNICATION.

Les données MIDI circulent dans une direction (liaison unidirectionnelle) et n'établissent pas de liaison avec le périphérique cible avant la transmission (liaison asynchrone). Le périphérique cible doit donc être dédié à la source et être disponible à tout moment pour recevoir des données. Ces données circulent à un taux de 31,25 Ko/s et sont transmises sous forme d'octets de 10 bits : un bit de départ, 8 bits de données et un bit d'arrêt. Les signaux sont générés par des contrôleurs ou des séquenceurs MIDI.

Les contrôleurs MIDI sont des périphériques attachés aux instruments musicaux qui génèrent des données MIDI lorsque le musicien joue de l'instrument (traitement en temps réel). Ce sont des circuits électroniques connectés aux touches, aux capteurs ou aux microphones. Un séquenceur MIDI est un périphérique qui permet de capturer les données MIDI, de les stocker, de les modifier et de les rejouer (traitement par lot). Un séquenceur peut être une application informatique ou un périphérique matériel dédié qui peut faire la même chose qu'une version logicielle, mais avec des circuits électroniques et non des instructions de programme informatiques. La version matérielle est donc plus rapide et de meilleure qualité, mais la version logicielle est plus facile à mettre à niveau ou à jour. Les messages sont transmis *via* une connexion MIDI-OUT et sont reçus par une connexion MIDI-IN. Il y aura souvent une connexion MIDI-THRU pour les messages qui doivent être passés de machine à machine sans être modifiés.

Les connecteurs eux-mêmes sont des prises DIN à 5 broches et des connecteurs séparés sont utilisés pour les signaux IN, OUT et THRU. Le câblage interne entre les broches signifie qu'on ne peut pas utiliser de fils DIN/DIN d'utilisation standard, ni de fils spéciaux MIDI. Ils se ressemblent, mais les connexions internes broche à broche sont différentes. Lorsqu'un ordinateur est connecté à une connexion MIDI clavier, le clavier permet de créer des données d'exécution, l'ordinateur de les stocker, de les modifier et de les renvoyer au clavier. Lorsque le clavier reçoit les données MIDI, il utilise ses puces son embarquées pour reproduire les sons.

Figure 5 :



Un message unique envoyé de machine à machine représentera une instruction unique, par exemple une commande NOTE-ON. Un message mesurera généralement 3 octets de longueur : un statut et 2 octets de données. Par exemple, si un musicien presse un do central sur un clavier, les circuits MIDI à l'intérieur du clavier enverront les nombres 144 60 64 aux connecteurs MIDI-OUT. 144 signifie NOTE-ON. 60 signifie do central. 64 représente la vitesse de la pression de la touche. Lorsque la touche est relâchée, les nombres 128 60 64 seront envoyés. Si le connecteur MIDI-IN d'un deuxième périphérique était connecté au même connecteur MIDI-OUT, la même note serait jouée. Si le premier périphérique était réglé sur un son de piano, et que le deuxième périphérique était réglé sur un son d'orgue, on obtiendrait un piano et un orgue jouant la même note. Cette liaison de périphériques s'appelle une connexion en série (« daisy chaining »). Les communications sont en série et, lorsque plusieurs machines sont liées, il faut pouvoir déclencher en même temps un grand nombre d'événements. Sur la première note d'une mesure, par exemple, 10 instruments jouant tous un accord de 5 notes généreront 50 messages NOTE-ON devant être simultanément délivrés. Comme le système est sériel, les 50 événements devront être déclenchés les uns après les autres. Mais comme il faut environ 1 ms pour délivrer un message MIDI, tous les 50 événements pourront être déclenchés en 50 ms. L'oreille humaine les entendra simultanément. Lorsque les retards sont audibles, une fonctionnalité appelée « running status » peut être utilisée pour combiner des événements similaires en un message unique. Les messages seront soit système soit canaux (voix et mode).

Les messages canaux peuvent être du type :

- Note On,
- Note Off,
- Velocity,
- Aftertouch
- Sustain,
- Key Pressure,
- Channel Pressure,
- Pitch Bend,
- Program Change.

Les messages système peuvent être du type :

- Bank Select,
- RPN / NRPN,
- Channel Mode Messages,
- System Messages,
- System Common Messages,
- System Real Time Messages,
- System Exclusive Messages.

Les données MIDI peuvent être stockées sous trois formats. Le format 0 stocke toutes les données de la séquence MIDI sur une seule piste. Le fichier de données est donc de petite taille et utilise moins de bande passante pour la transmission. Mais il est difficile à modifier parce que tous les éléments sont mélangés. Les fichiers au format 1 stockent les données MIDI comme un ensemble de piste. Les fichiers sont plus grands que le format 0, mais ils sont faciles à modifier car tous les différents canaux ont été conservés. Les fichiers au format 2 peuvent stocker plusieurs canaux à l'aide de motifs indépendants. C'est le format 1 qui est utilisé le plus souvent.

Les messages peuvent être transmis sur 16 canaux et les périphériques peuvent être réglés de manière à répondre à un canal pré-sélectionné. Un do central, NOTE-ON transmis sur le canal 1 sera représenté par 144 60 64. La même note sur le canal 2 le sera par 145 60 64. Le canal est sélectionné par quatre bits du flux binaire du message. Les données envoyées dans une connexion en série peuvent donc être acceptées ou ignorées par les périphériques qui se trouvent sur le trajet de la transmission en fonction des canaux sur lesquels ils ont été réglés pour recevoir les données. Dans les faits, les périphériques peuvent tous jouer différentes notes en utilisant les données transmises sur le système.

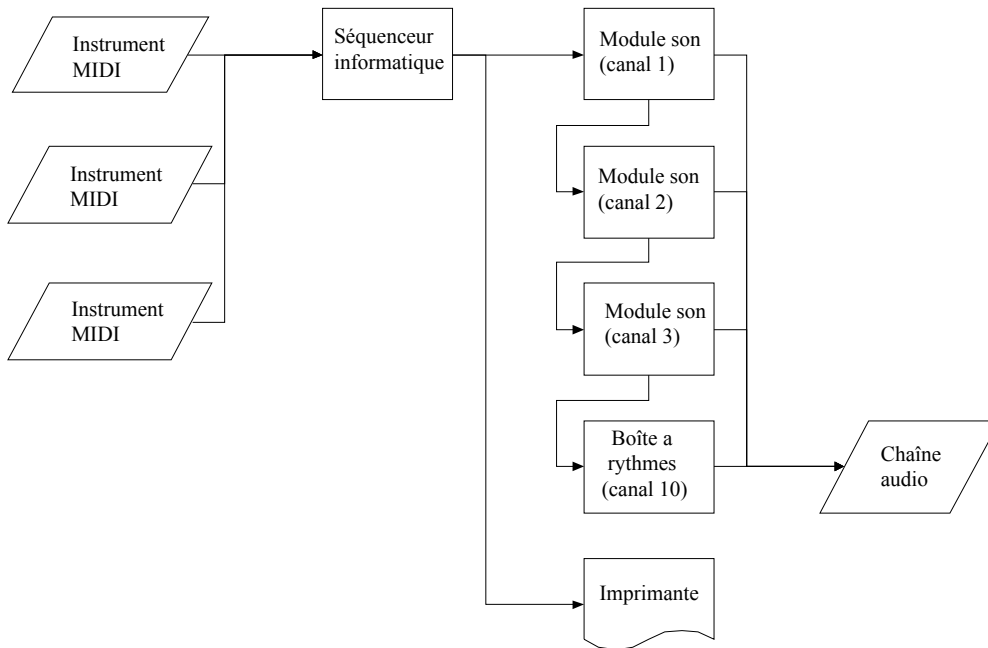


Figure 6 : Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission

Les sons produits par chaque module son dépendra des patches son qui auront été attribués à chaque canal. Le General MIDI System utilise le canal 10 pour la batterie et tous les autres canaux pour les instruments chromatiques. Les sons des instruments sont groupés par ensembles. Par exemple, les programmes 1 à 8 sont des sons de piano, 9 à 16 des sons de percussion accordés, 17 à 24 des sons d’orgue, 25 à 32 des sons de guitare, etc. Il existe 128 sons disponibles. Le canal 10 est donc différent du reste car chaque note produira le son d’un instrument différent (grosse caisse, cymbale, claquement) au lieu du même son produit à une hauteur différente.

Bien que trois dispositifs d’entrée différents soient montrés ci-dessous, un seul est souvent utilisé : un clavier. L’ordinateur peut être un petit séquenceur dédié. Et si le module son était capable de produire simultanément différents sons (multitimbral polyphonique) sur différents canaux, voici à quoi ressemblerait le système :

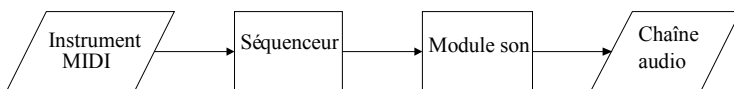


Figure 7: Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission

Même un système rudimentaire comme celui-ci peut reproduire le son d’un orchestre entier. Autrefois, la carte son d’un PC était limitée en quantité, mais des cartes de meilleure qualité peuvent maintenant être ajoutées. Voici alors à quoi peut ressembler un home-studio d’enregistrement basé sur un PC :

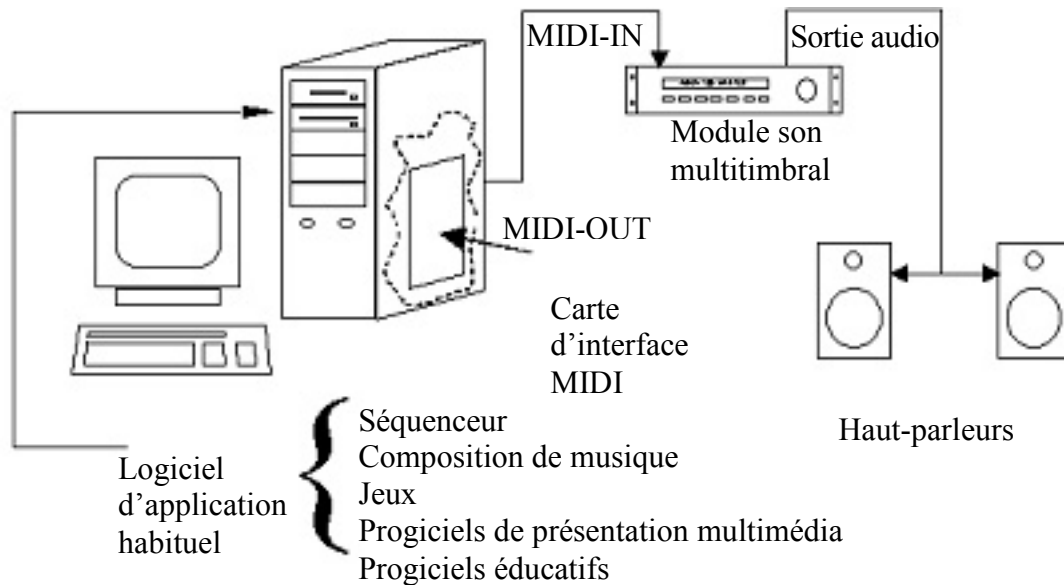


Figure 8 : Système MIDI basé sur un PC Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission.

Configuration.

Les applications informatiques accèdent aux périphériques matériels grâce aux pilotes. Ces derniers fournissent aux logiciels d'applications une interface commune pour accéder d'une manière simple au matériel. Lorsqu'une interface MIDI ou un synthétiseur est installé sur un ordinateur, un pilote de périphérique approprié doit être chargé. Dans Windows, une applet MIDI Mapper permet de recevoir des messages d'une application, qui les enverra alors au pilote de périphérique.

Conclusion.

L'efficacité du stockage et la facilité de modification font de MIDI un outil attrayant pour toute une génération de sons dans des applications multimédia, des jeux informatiques, des dispositifs mobiles ou des équipements de karaoké de haute gamme. Que l'on soit musicien ou non, il permet également à chacun de s'exprimer musicalement. On retrouve l'une de ses applications dans les systèmes électroniques des alarmes anti-voil qui génèrent des messages MIDI. Des capteurs de proximité permettent de détecter le mouvement dans un espace, tandis que la vitesse de mouvement et le positionnement permettent de générer des données de hauteur et de volume. Les ordinateurs sont alors utilisés pour normaliser ces données en un ensemble de règles et générer d'autres signaux utilisés pour créer un support. Le danseur n'a plus besoin de suivre la musique : il peut la créer et être donc toujours en rythme.

INFORMÁTICA
ESTUDIO DE UN CASO

Para uso en las convocatorias de mayo de 2006 y noviembre de 2006

INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS

- Este cuaderno de estudio de un caso es necesario para la Prueba de Nivel Superior 2 y para la Prueba de Nivel Medio 2 de los exámenes de Informática.

MIDI: Interfaz digital para instrumentos musicales.

MIDI es el uso de programas informáticos y tarjetas de sonido para reproducir varias piezas musicales con sonidos reales.

HISTORIA

Antes de que se inventara el MIDI, un compositor tenía que contar con toda una banda para saber cómo sonaba una composición musical. Esto requería mucho tiempo, resultaba costoso y difícil de organizar. Sin embargo, era necesario hacerlo después de cada modificación para poder oír la última versión. El MIDI permite oír una pieza musical sin que sea necesario contar con músicos que aprendan rápidamente a interpretar la música. MIDI hace posible que una persona:

- Cree música para la cual sería necesario contar con varios músicos.
- Monte pasajes difíciles.
- Reproduzca la música.
- Edite la música.
- Envíe la música a otro.
- Cree música incluso si no sabe tocar un instrumento.

MIDI requiere menos personal, menos equipamiento y ningún estudio de grabación. En lugar de contratar músicos y alquilar equipamiento y estudios para grabar una composición después de cada cambio, el compositor puede grabar cada pista en el computador cuando lo considere oportuno. Una vez almacenada la música en el computador, se puede editar hasta que quede perfecta. Es posible realizar correcciones en notas individuales para evitar que los músicos tengan que ejecutar de nuevo las secciones ‘correctas’. Las secciones complicadas se pueden ejecutar a una velocidad más lenta o incluso se pueden arreglar, así como volver a ejecutar a velocidad normal sin que ello afecte a la calidad del sonido. Además, si es necesario, puede editarse la pieza completa. Por ejemplo, se puede subir un semitono cada nota sólo con pulsar un botón. En circunstancias normales, esto requeriría que se volviera a grabar toda la pieza. Las repeticiones se pueden oír inmediatamente después de cada edición; asimismo, se pueden guardar varias versiones para compararlas. Esto concede total libertad al compositor para crear música, en lugar de perder grandes períodos de tiempo organizando sesiones de grabación.

El costo de la tecnología MIDI es cada vez menor y el rendimiento, cada vez mayor. Tanto que hoy en día cualquier persona puede disponer de un equipo de muy alta calidad. En comparación, el costo de usar un estudio es equivalente al gasto en salarios, alquiler y equipamiento. La tecnología MIDI es, en realidad, una “banda en una caja”, disponible 24 horas al día, 7 días a la semana. Cuando el compositor tenga un momento de inspiración, la banda estará ahí, preparada y esperando mostrarle cómo sonará. Además, la idea se puede guardar como futura referencia.

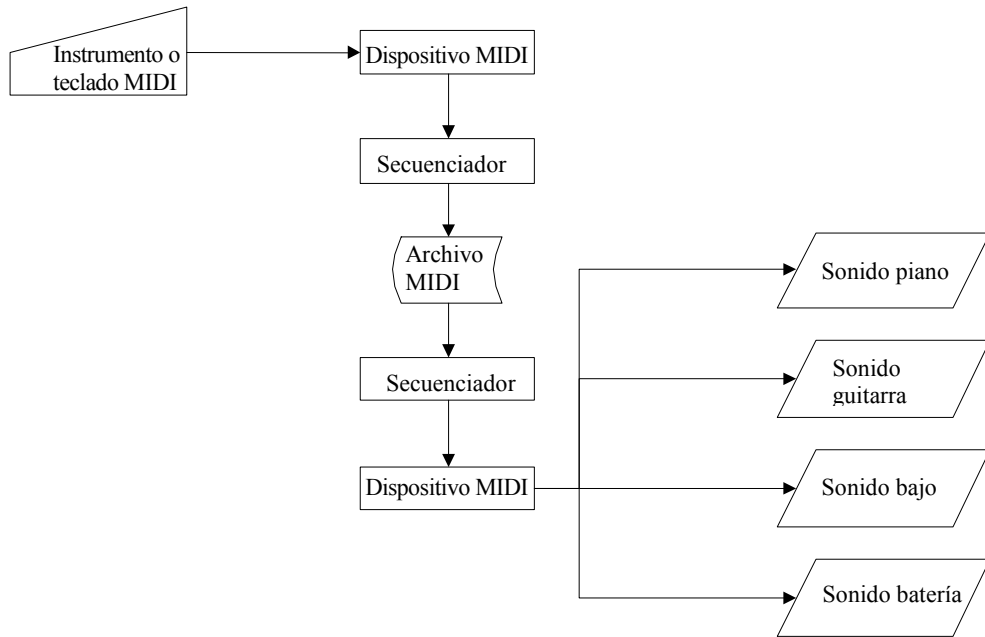
La introducción de datos en un archivo MIDI se suele realizar desde un teclado MIDI, aunque es posible modificar otros instrumentos para generar datos MIDI. Una guitarra, por ejemplo, suele generar una señal analógica; sin embargo, si se le añaden los sensores adecuados puede generar datos MIDI digitales. Estos mismos datos se pueden utilizar para manejar un módulo de sonido configurado para que produzca el sonido de un arpa, una flauta o un piano. Realmente, cualquier sonido (el croar de una rana) se puede usar como fuente; al instante, la rana estará cantando la melodía del compositor. Si puede ejecutar un instrumento MIDI puede producir el sonido de cualquier instrumento real, y aún más: crear música que sea imposible de reproducir usando instrumentos convencionales.

El MIDI surgió junto con los sintetizadores. Los músicos querían controlarlos con computadores; por esa época se comercializó el Commodore 64, uno de los primeros computadores personales. El Commodore tenía un chip sintetizador analógico integrado y los músicos empezaron a utilizarlo. El PC no tenía chip incorporado, pero no pasó mucho tiempo hasta que estuvo disponible una tarjeta con chip incorporado. Venía acompañado de un lenguaje adecuado para transmitir datos, MIDI, que fue adoptado por muchos fabricantes; la revolución musical había empezado. Se desarrolló un software, denominado secuenciador, para controlar fácilmente el chip; se añadieron interfaces MIDI a muchos dispositivos y se creó la MIDI Manufacturers Association para establecer y controlar los protocolos de la industria.

El control mediante computador permite a los músicos:

- Controlar instrumentos electrónicos de forma remota.
- Controlar instrumentos electrónicos automáticamente.
- Controlar más de un instrumento.
- Combinar sonidos.
- Usar un módulo de sonido para crear varios instrumentos.
- Crear música que sea físicamente imposible reproducir.

Las instrucciones para controlar dispositivos MIDI se pueden procesar por lotes (una lista de instrucciones previamente grabada) o en tiempo real (instrucciones generadas durante la ejecución).



CÓMO FUNCIONA

Cuando un músico usa un instrumento convencional para crear una nota, siempre comienza con una acción como soplar, puntear, presionar o golpear. En MIDI, esto se denomina evento 'NOTE-ON'. El sonido se puede parar posteriormente cuando el músico deje de ejecutar el evento 'NOTE-ON'. La detención del sonido tal como se describe anteriormente se denomina evento 'NOTE-OFF'. El sonido también tiene un 'PITCH' (tono), que se corresponde con la frecuencia de la onda de sonido. Una nota con un 'PITCH' alto, como la producida por un silbido, tendrá una frecuencia alta.

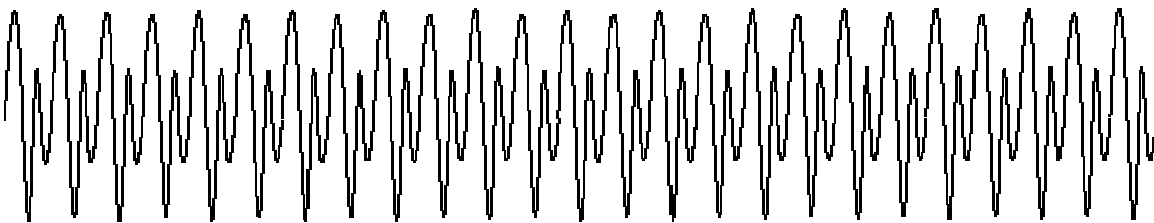


Figura 1: Frecuencia alta

Una nota con un 'PITCH' bajo, como la producida por un ruido sordo, tendrá una frecuencia baja.

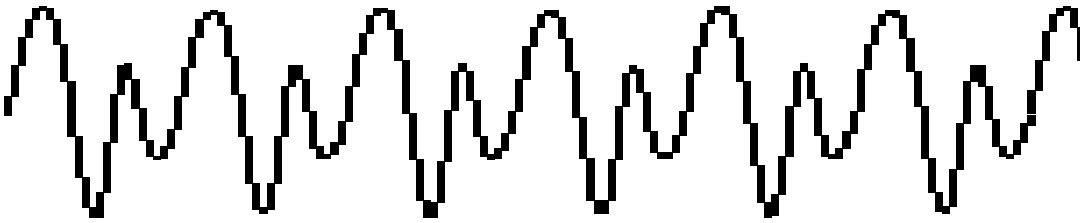


Figura 2: Frecuencia baja

El sonido tendrá un 'VOLUME' o amplitud en función de lo alto que sea. Un sonido bajo tendrá un 'VOLUME' bajo y un sonido alto tendrá un 'VOLUME' alto. La velocidad a la que la nota pasa del volumen cero al máximo se denomina 'ATTACK'. Al golpear, por ejemplo, un tambor, éste alcanza el volumen máximo casi inmediatamente y, por tanto, se dice que tiene un 'ATTACK' rápido. El suave volumen que se puede producir arqueando un violoncelo posee un 'ATTACK' lento. La velocidad a la que la nota deja de oírse se denomina 'DECAY'. Un tambor deja de oírse rápidamente y, por tanto, tiene un 'DECAY' rápido; una nota de piano, mientras que se mantiene pulsada, pierde volumen lentamente y, por tanto, tiene un 'DECAY' lento. Existen otros parámetros que se pueden aplicar a una nota, pero estos son los principales y, globalmente, definen el envoltorio de la nota.

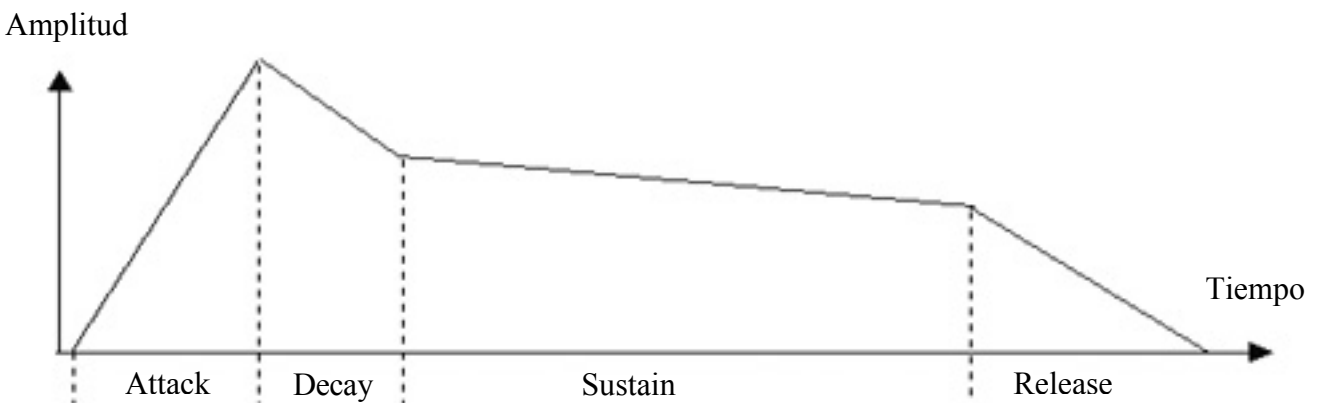


Figura 3: Parámetros de una nota. Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission.

Cuando los parámetros del envoltorio se combinan con una onda de sonido, el resultado es una nota.

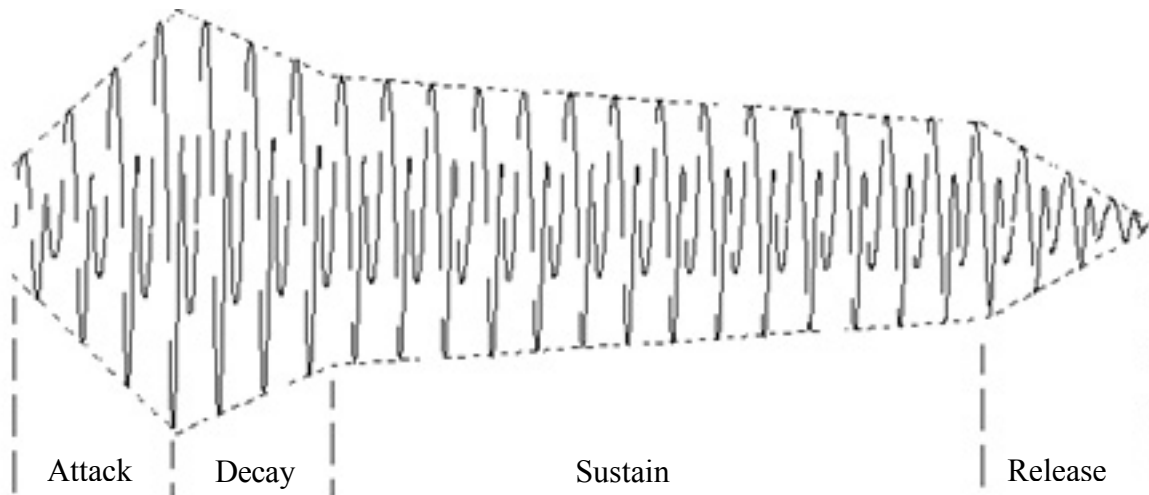


Figura 4: Una onda de sonido modificada por un envolvente. Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission.

Por tanto, una nota musical se puede almacenar como una lista de enteros que representen todos sus parámetros. El almacenamiento de los datos de esta forma los hace fácil de manipular. Por ejemplo, al aumentar el volumen de una nota aumenta el valor del parámetro correspondiente al volumen. Si se cambia la nota, se modifica el valor del tono. Los archivos creados son muy pequeños en comparación con otros métodos de grabación. Esto los hace adecuados para su uso en pequeños dispositivos y para la transmisión. Por ejemplo, una melodía se puede almacenar fácilmente en un chip como el de una tarjeta de felicitación o se puede introducir en un juego informático en línea. Debido a que todo se reduce a números, resulta fácil manipularlos digitalmente sin que se noten los efectos de la atenuación en las señales digitales.

La onda de sonido del envolvente se puede crear de dos formas. Síntesis por modulación en frecuencia (FM) y por tabla de onda.

Con la síntesis por FM se mezclan un mínimo de dos señales periódicas y se ajustan sus parámetros para crear un sonido. Estos sonidos no son los sonidos de instrumentos reales, pero es posible hacer que suenen de forma similar. La síntesis por FM es más adecuada para sonidos creados ‘electrónicamente’.

Si se requieren sonidos de instrumentos reales, se usan sistemas de muestra digitales para almacenar muestras de sonido de alta calidad digitalmente y, posteriormente, volver a reproducirlas cuando sea necesario. Debido a que las muestras requieren grandes cantidades de memoria, es posible usar bucles, desplazamientos de tonos, interpolación matemática y filtrado digital para reducir la cantidad de muestras necesarias. Este tipo de síntesis se denomina síntesis por “tabla de onda” y se puede ver como una “tabla” de sonidos que se puede usar y en la que se pueden realizar búsquedas. Los sonidos de efecto inmediato, como un toque corto de tambor, se almacenan en una muestra simple, que se ejecuta una vez sin que se realice ningún procesamiento para ahorrar memoria.

Es posible usar compresión de datos para mejorar la relación señal-ruido en algunas muestras. El rango dinámico de las muestras de sonido se reduce y, a continuación, se descomprime durante la

ejecución para restablecer dicho rango. Es posible usar varias técnicas para comprimir el rango dinámico de una señal.

Debido a que los datos de cada instrumento se entregan en una pista diferente, se pueden transmitir entre dispositivos de diferentes canales; asimismo, es posible editar fácilmente cualquier aspecto del sonido y añadir otros parámetros. No sólo es posible añadir parámetros de rendimiento ('apoyaturas', 'ligados', 'pull offs' etc.) sino que es posible aplicar parámetros de timbre ('eco', 'fase', 'mantenimiento' etc).

En comparación, una grabación digitalizada de un instrumento analógico debe probarse aproximadamente 44000 veces por segundo. Esto implica que la amplitud de la onda de sonido se mide 44000 veces cada segundo y que el valor se almacena como un número. Esto conlleva guardar 44000 números por cada segundo de ejecución, y es necesario realizarlo para cada instrumento. Además, su edición posterior es más difícil. Si se han mezclado los instrumentos para producir una ejecución final es muy difícil separarlos de nuevo; además, los resultados pueden ser imprevisibles. Esto hace que se consuman más recursos y quita el control al compositor.

Por ejemplo, si toca una nota en un teclado y la mantiene durante un minuto, los mensajes MIDI NOTE-ON y NOTE-OFF se almacenarán en 6 bytes. Hacer lo mismo con un grabador digital requerirá $44000 * 60$ muestras, debido a que es necesario grabar todo el sonido que hay entre el inicio y el final de la nota. MIDI graba las acciones del músico, no el sonido; de esa forma, sólo tiene que guardar los eventos. Los espacios entre eventos no se graban. MIDI necesita aproximadamente 10 KB para almacenar cada minuto de ejecución; el audio digital necesita aproximadamente 10 MB.

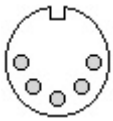
La mayor desventaja de MIDI es que no puede manipular el canto vocal. Cuando se usa la voz como instrumento ('oohs' y 'aahs') se puede realizar una muestra del sonido y reproducirse como un parámetro en un mensaje MIDI. Sin embargo, debido a que las palabras de una canción cambian constantemente, no se pueden almacenar como un parámetro de mensaje MIDI.

COMUNICACIÓN

Los datos MIDI fluyen en una dirección (unidireccional) y no intercambia información con el dispositivo de destino antes de la transmisión (asíncrono). Esto significa que el dispositivo destino debe estar disponible para la fuente y en cualquier momento para recibir datos. Los datos fluyen a una tasa de 31'25 Kbits/s y se transmiten como bytes de 10 bits: un bit de inicio, 8 bits de datos y un bit de parada. Las señales son generadas por secuenciadores o controladores MIDI.

Los controladores MIDI son dispositivos que se agregan a los instrumentos musicales que generan datos MIDI a medida que el músico toca el instrumento (procesamiento en tiempo real). Son circuitos electrónicos conectados a teclas, pastillas o micrófonos. Un secuenciador MIDI es un dispositivo que permite capturar, almacenar, editar y reproducir (procesamiento por lotes) datos MIDI. Un secuenciador puede ser una aplicación informática o un dispositivo hardware dedicado que podría hacer lo mismo que una versión software, pero con circuitos electrónicos y no con instrucciones informáticas. La versión hardware es por tanto más rápida y de mayor calidad, aunque la versión software es más fácil de actualizar o ampliar. Los mensajes se transmiten a través de una conexión MIDI OUT y se reciben mediante una conexión MIDI IN. Con frecuencia, existirá una

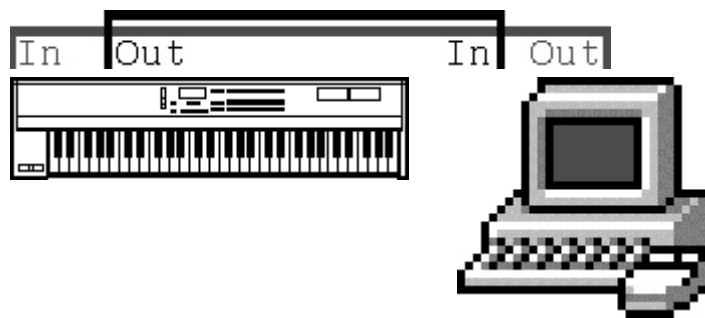
conexión MIDI THRU disponible para cuando sea necesario pasar mensajes de máquina a máquina sin que se modifiquen de ninguna forma.



Los conectores se denominan clavijas DIN de 5 pines; se usan conectores separados para las señales IN, OUT y THRU. El cableado interno entre los pines implica que los cables DIN a DIN de propósito general no se pueden usar; en su lugar, es necesario usar cables MIDI especiales. Parecen iguales, pero las conexiones pin a pin internas son diferentes.

Cuando se conecta un computador a una conexión de teclado MIDI, dicho teclado se usa para crear datos sobre la ejecución, el computador se usa para almacenar, editar y devolver los datos al teclado. Cuando el teclado vuelve a recibir los datos MIDI, usa sus chips de sonido integrados para reproducir los sonidos.

Figura 5:



Un mensaje simple enviado entre máquinas representará una instrucción simple, como un comando NOTE-ON. Un mensaje típico tendrá por lo general 3 bytes de longitud: un byte de estado y dos bytes de datos. Por ejemplo, si un músico pulsa la C central en un teclado, los circuitos midi interiores del teclado enviarán los números 144 60 64 a los conectores MIDI OUT. 144 significa NOTE-ON. 60 significa c central. 64 es la velocidad de la pulsación de la tecla. Al soltar la tecla, se enviarán los números 128 60 64. Si el conector MIDI IN de un segundo dispositivo estuviera conectado al mismo conector MID OUT, se reproduciría la misma nota. Si el primer dispositivo estuviera configurado para un sonido de piano y el segundo dispositivo para un sonido de órgano, el resultado sería un piano y un órgano reproduciendo la misma nota. Esta unión de dispositivos se denomina 'encadenado en margarita'. La comunicación se realiza en serie y, cuando se conectan varias máquinas conjuntamente, puede ser necesario desencadenar varios eventos simultáneamente. Por ejemplo, en la primera nota de un compás, diez instrumentos tocando un acorde de cinco notas generarán 50 mensajes NOTE-ON que habrán de enviarse simultáneamente. Debido a que en el sistema la comunicación se realiza en serie, los 50 eventos deberán desencadenarse uno detrás de otro. Sin embargo, mientras que se requiere 1 ms para entregar un mensaje MIDI, los 50 eventos se pueden desencadenar en 50 ms. Para el oído humano suenan simultáneamente. Cuando este retraso puede resultar audible, se puede usar una característica denominada 'estado de ejecución' para combinar eventos similares en un mensaje simple. Los mensajes serán de sistema o de canal (voz y modo).

Los mensajes de canal pueden ser de tipo:

- Inicio de nota
- Fin de nota
- Velocidad
- Postejecución
- Continuación
- Pulsación de tecla
- Presión de canal
- Curva de tono
- Cambio de programa.

Los mensajes de sistema pueden ser de tipo:

- Selección de banco
- RPN/NRPN
- Mensajes de modo de canal
- Mensajes del sistema
- Mensajes comunes del sistema
- Mensajes de tiempo real del sistema
- Mensajes exclusivos del sistema

Los datos MIDI se pueden almacenar en tres formatos. El formato 0 almacena toda la secuencia de datos MIDI en una única pista. Esto hace que los archivos de datos sean menores y usa un menor ancho de banda para la transmisión, pero es difícil de editar debido a que todas las partes están mezcladas. Los archivos con formato 1 almacenan datos MIDI como una colección de pistas. Estos archivos son mayores que los que tienen formato 0, aunque son más fáciles de editar, ya que se conservan los canales diferentes. Los archivos con formato 2 pueden almacenar varios canales usando patrones independientes. El formato 1 es el que se usa con mayor frecuencia.

Los mensajes se pueden transmitir por 16 canales y los dispositivos se pueden configurar para responder a un canal preseleccionado. La nota C central y el evento NOTE-ON transmitidos en el canal 1 se corresponderán con 144 60 64. La misma nota en el canal 2 será 145 60 64. Cuatro bits del flujo de bits del mensaje seleccionan el canal. Esto implica que los dispositivos pueden aceptar o ignorar en la ruta de transmisión los datos enviados en un encadenado en margarita en función de los canales que tengan configurados para recibir datos. De hecho, todos los dispositivos pueden reproducir notas diferentes usando los datos que se están transmitiendo en el sistema.

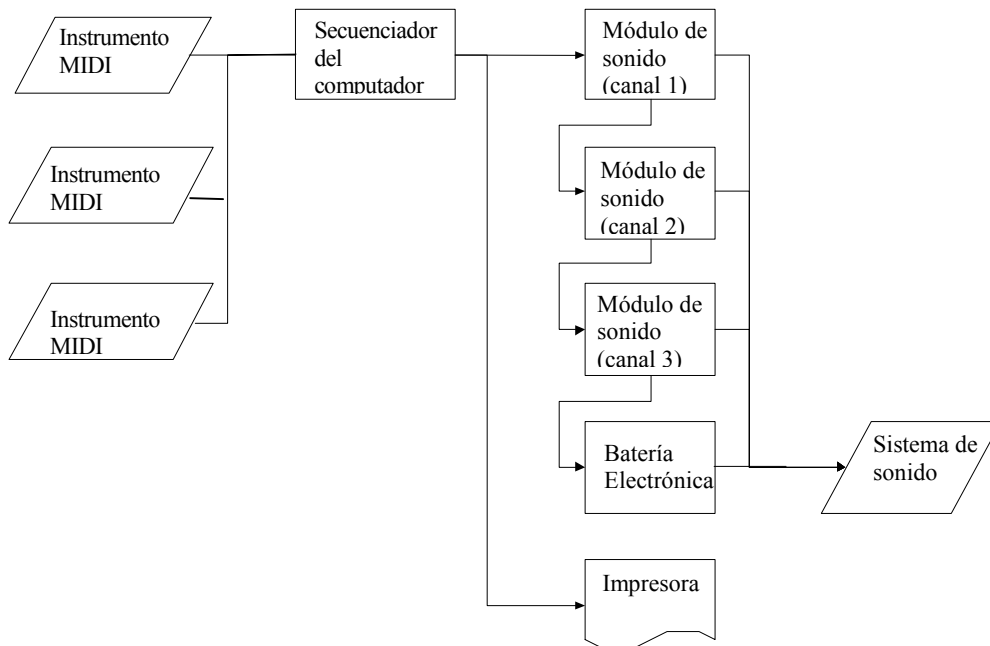


Figura 6: Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission

Los sonidos producidos por cada módulo de sonido dependerán de qué trozos de sonido se hayan asignado a cada canal. El sistema MIDI general usa el canal 10 para la batería y los otros canales para los instrumentos cromáticos. Los sonidos de los instrumentos se agrupan en conjuntos. Por ejemplo, los números del programa del 1 al 8 se corresponden con sonidos de piano, del 9 al 16 son sonidos de percusión, del 17 al 24 de órgano, del 25 al 32 de guitarra, etc. Hay 128 sonidos. El canal 10 es, por tanto, diferente del resto, ya que cada nota producirá el sonido de un instrumento diferente (tambor, platillo, palmada) en lugar de producir el mismo sonido con diferente tono.

Aunque anteriormente se muestran diferentes dispositivos de entrada, casi siempre se usa uno solo: un teclado. El computador puede ser un pequeño secuenciador dedicado. Y si el módulo de sonido pudiera producir sonidos diferentes (multitimbral polifónico) en diferentes canales a la vez, el esquema del sistema sería el siguiente:

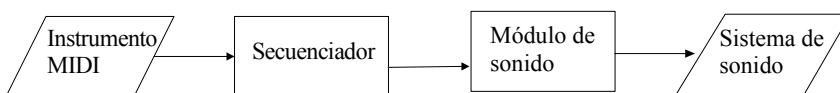


Figura 7: Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission

Incluso un sistema rudimentario como éste puede reproducir el sonido de toda una banda. La tarjeta de sonido de los PC ha tenido limitaciones de calidad en el pasado; sin embargo, es posible añadir tarjetas de mayor calidad, consiguiendo que un estudio de grabación casero basado en un PC tenga el aspecto siguiente:



Figura 8: **Sistema MIDI basado en un PC** Courtesy of MIDI Manufactures Association – Used with permission.

Configuración

Las aplicaciones informáticas se comunican con los dispositivos hardware a través de los drivers. Estos proporcionan al software de aplicación una interfaz común para acceder fácilmente al hardware. Cuando se instala un sintetizador o una interfaz MIDI en un computador, es necesario cargar un driver de dispositivo adecuado. En Windows, se usa un applet asignador MIDI para recibir mensajes desde una aplicación, que posteriormente envía los mensajes al driver de dispositivo.

Conclusión

La eficiencia en el almacenamiento y las facilidades para la edición hacen de MIDI una herramienta atractiva para la generación de sonidos en aplicaciones multimedia, juegos de computador, dispositivos portátiles o equipos de karaoke. También abre nuevas puertas a la expresión musical para los especialistas y los no especialistas. Una de estas aplicaciones usa los sistemas electrónicos que se pueden encontrar en las alarmas antirrobo para generar mensajes MIDI. Se usan sensores de proximidad para detectar movimiento dentro de un espacio de ejecución. La velocidad de movimiento y posicionamiento se usan para generar datos de tono y volumen. Posteriormente, se usan computadores para normalizar estos datos a un conjunto de reglas y para generar otras señales que se usan para crear copias de seguridad. El bailarín, en lugar de seguir la música, la creará; de esta forma nunca perderá el ritmo.

