

DTMF Kit

Générateur de tonalité DTMF pour la commande d'équipements radio-amateur

Notre équipe est constituée par Roland de ON4RMW et l'ONL Olivier. Roland prend en charge la partie « hardware » et Olivier le software. Les OM's familiarisés avec les techniques « téléphoniques » connaissent les tonalités DTMF. Elles sont utilisées pour transmettre des commandes à l'aide d'une combinaison de fréquences audio.

But du projet

L'objectif de ce projet est de réaliser un montage permettant l'édition d'une séquence de symboles et la production de la séquence de tonalités DTMF correspondante afin d'envoyer des commandes à certains équipements radio-amateur. On retrouve des circuits de contrôle pour sélectionner les fonctions de pilotage à distance de relais VHF, SHF (ATV), dans le cadre des liaisons via Echolink, pour activer le mode IRLP (Internet Radio Linking Project – www.irlp.net), pour la transmission de données numériques en modulant la porteuse à l'aide des tonalités bi-fréquences, etc. La génération et le décodage des salves DTMF a généralement été confiée à des circuits analogiques ou des circuits intégrés dédiés. Pour atteindre l'objectif, nous utilisons le microcontrôleur mbed.

Mode d'emploi

Après initialisation, le système entre en mode d'édition. Dans ce mode, l'utilisateur peut introduire les caractères qui composeront la séquence à produire. Une pression courte sur chacune des touches insère le symbole correspondant. Lorsque les touches symboles usuelles (0 à 9, A à D) sont enfoncées plus longuement, le système répète l'insertion (fonction d'auto-répétition).

Une pression longue sur la touche * bascule le système en mode commande. Dans ce mode, la pression des touches numériques active une commande. La disposition géographique des commandes sur le clavier a été définie afin d'en faciliter la mémorisation.

1: Début de ligne		3: Fin de ligne
4: Symbole précédent		6: Symbole suivant
7: Effacer symbole précédent (backspace)	8: Effacer symbole courant (delete)	9: Effacer la ligne
	0: Envoyer la séquence	

En mode commande, une pression longue sur la touche * renvoie le système en mode édition.

Pendant l'émission de la séquence, la pression de n'importe quelle touche arrête l'émission et renvoie au mode édition.

Lorsque la séquence a été envoyée, un message est affiché. La pression de n'importe quelle touche renvoie le système au mode édition.

Une session de démonstration a été publiée sur le site YouTube à l'adresse:
<http://www.youtube.com/watch?v=zL8W37Ho8EU> (Démo DTMF-Kit).

Design du hardware

Outre le microcontrôleur mbed, le circuit se compose d'un clavier matriciel 4x4 comprenant les symboles de l'alphabet DTMF (0 à 9, A à D, * et #), d'un écran LCD 16x2 et d'un amplificateur audio.

Le schéma bloc et le dessin du circuit imprimé est fourni en annexe.

Interface avec le clavier matriciel

Le clavier matriciel est muni de 4 connexions pour les lignes et de 4 connexions pour les colonnes du clavier. Les 4 connexions de ligne sont raccordées à 4 sorties digitales du microcontrôleur. Les 4 connexions de colonne, à 4 entrées digitales. Le microcontrôleur active tour à tour les sorties "ligne" et lit l'état des touches par les entrées "colonne". Lorsque les 4 lignes ont été examinées, il a une vue complète de l'état du clavier.

Interface avec l'écran LCD

Les écrans LCD usuels sont munis d'une interface de contrôle bidirectionnelle. Cette interface peut être opérée soit en mode 8 bits parallèle, soit en mode 4 bits parallèle. La spécification de l'interface est suffisamment précise de sorte qu'il est possible d'envoyer des ordres au contrôleur d'écran sans être obligé de vérifier le résultat renvoyé par le contrôleur (fonctionnement en aveugle). Le site mbed.org fournit plusieurs bibliothèques d'accès à ces écrans. Parmi celles-ci, la bibliothèque TextLCD permet le contrôle de l'écran via une interface 4 bits transmettant leurs ordres à l'aveugle. Elle requiert la connexion de 4 lignes de données ainsi que d'une ligne de synchronisation (E) et d'une ligne de signalisation (R/S).

La bibliothèque TextLCD permet une sélection arbitraire des 6 lignes de sorties numériques utilisées pour communiquer avec l'écran. Afin d'améliorer les performances du logiciel, nous avons fourni une version amendée de la bibliothèque TextLCD, capable d'adresser les 4 lignes de données au travers d'un port GPIO à désigner. Ce type d'accès est plus efficace que l'accès "BusOut" utilisé dans la bibliothèque originale.

Notre version de la bibliothèque TextLCD propose en outre le contrôle du curseur affiché à l'écran. Cette fonction fournie par les écrans LCD n'était pas reflétée dans l'interface proposée sur le site.

Interface audio

La production sonore est assurée par le pilotage de la sortie analogique incluse dans le microcontrôleur (pin 18). La puissance de cette sortie étant relativement faible. Nous avons inclus un amplificateur à gain réglable dans le circuit. L'amplificateur utilisé est un LM386. Celui-ci offre un gain réglable entre 20 et 200.

Design du software

Le logiciel embarqué dans le microcontrôleur a une architecture en couches. Au niveau inférieur, on trouve les objets qui permettent la gestion des composants périphériques (clavier, écran, synthétiseur sonore). Au niveau supérieur, un objet représente le système dans ces différents modes opératoires (édition, commande, émission).

Les diagrammes UML annexés résument les relations entre les différents objets qui composent le programme.

L'entièreté du programme fonctionne en réaction aux commandes données par l'utilisateur au moyen du clavier (programmation événementielle). Au coeur du système, le gestionnaire de clavier surveille en permanence l'état du clavier. Lorsqu'une pression de touche est détectée, l'objet System en est averti et réagit en fonction de l'état courant de l'application (objet de classe dérivée de State - insertion de symbole ou exécution de commande).

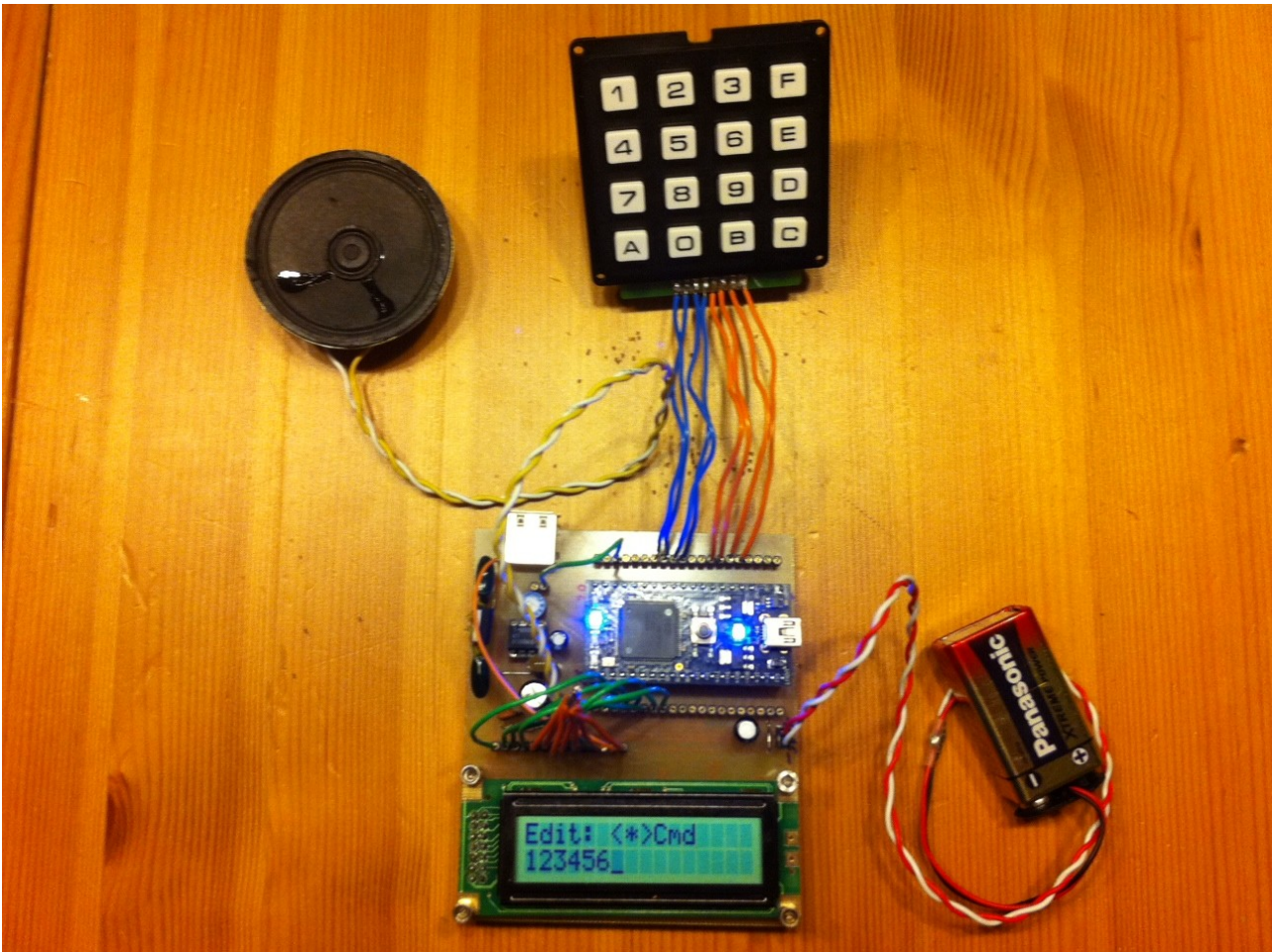
La gestion de l'écran est exécutée au moyen de commandes synchrones (envoi de commandes et de données au contrôleur d'écran et attente active).

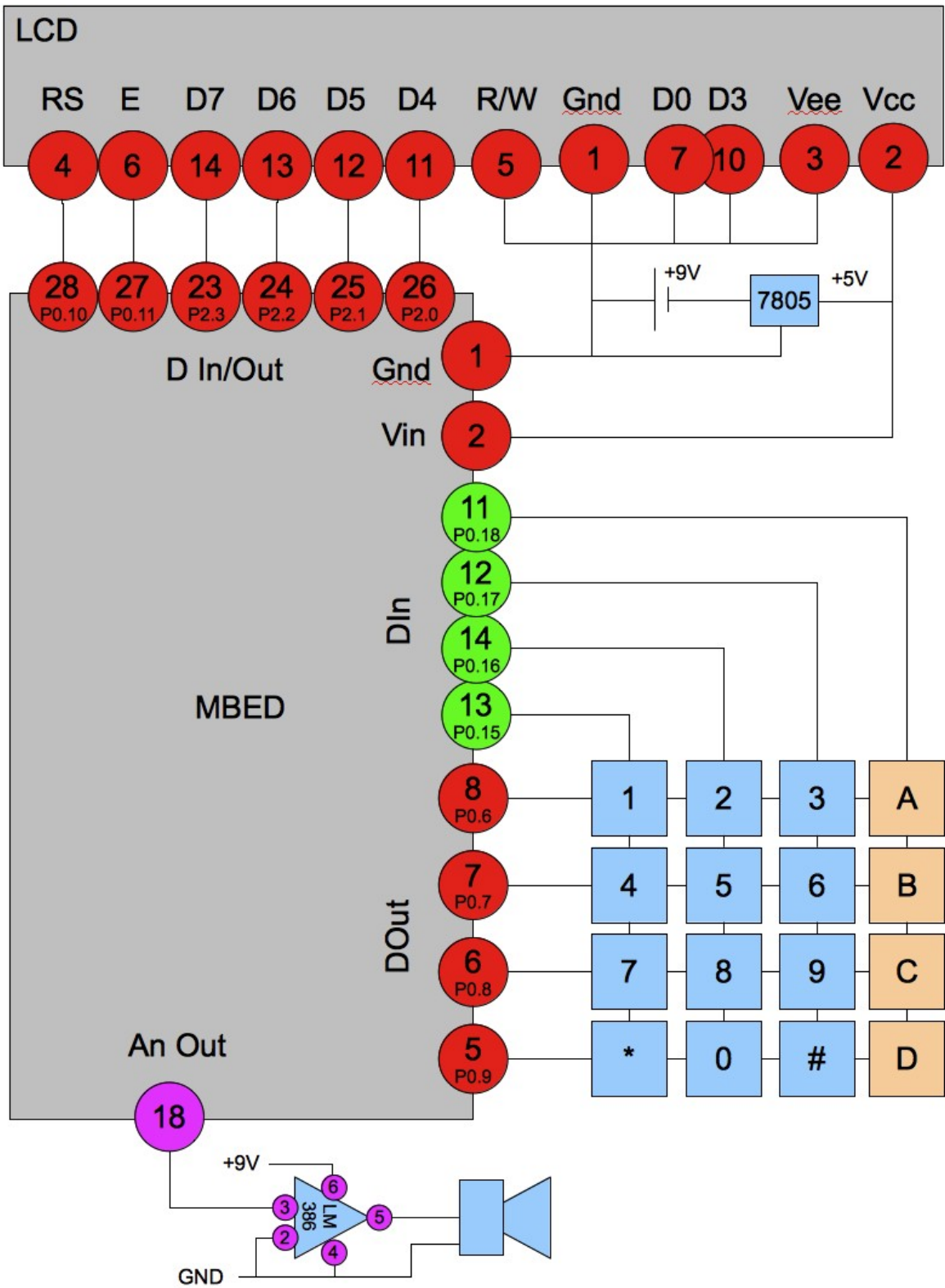
La production sonore est gérée par un Ticker à une fréquence de 16kHz. Les sinusoïdes à combiner pour produire les tonalités DTMF sont calculées à l'initialisation du programme. La combinaison de ces ondes est réalisée en temps réel. La durée des tonalités et des pauses est définie par des constantes (voir `sending_state.cpp`, lignes 7 et 8).

Problèmes rencontrés et solutions appliquées

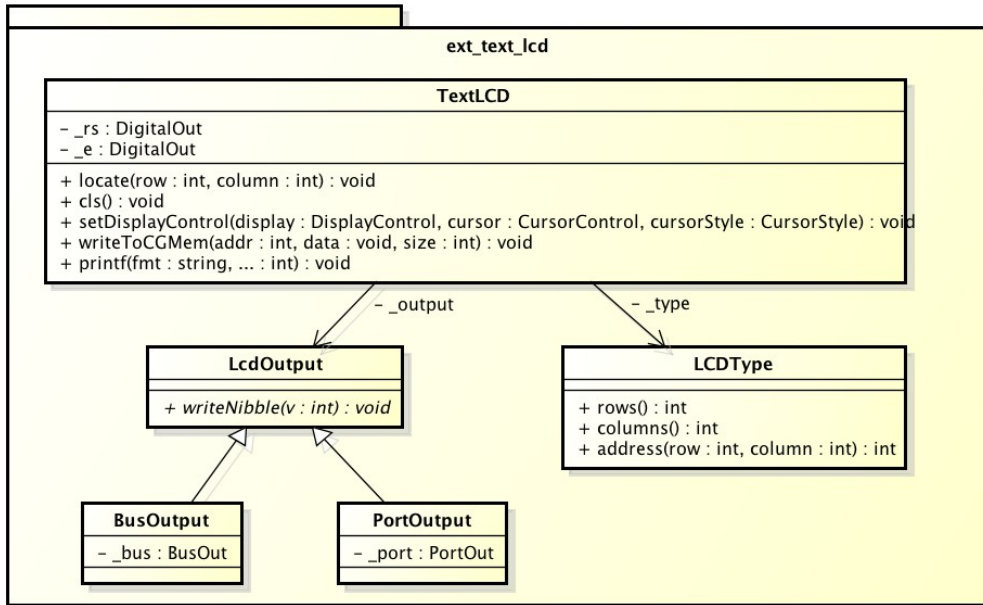
Niveau de bruit élevé sur la sortie audio

La sortie analogique de l'mbed est très sujette à des interférences. Lorsque l'amplificateur est configuré pour avoir une amplification moyenne ou élevée, le bruit est très nettement perceptible. Cependant, au niveau d'amplification minimum, ce niveau devient négligeable.



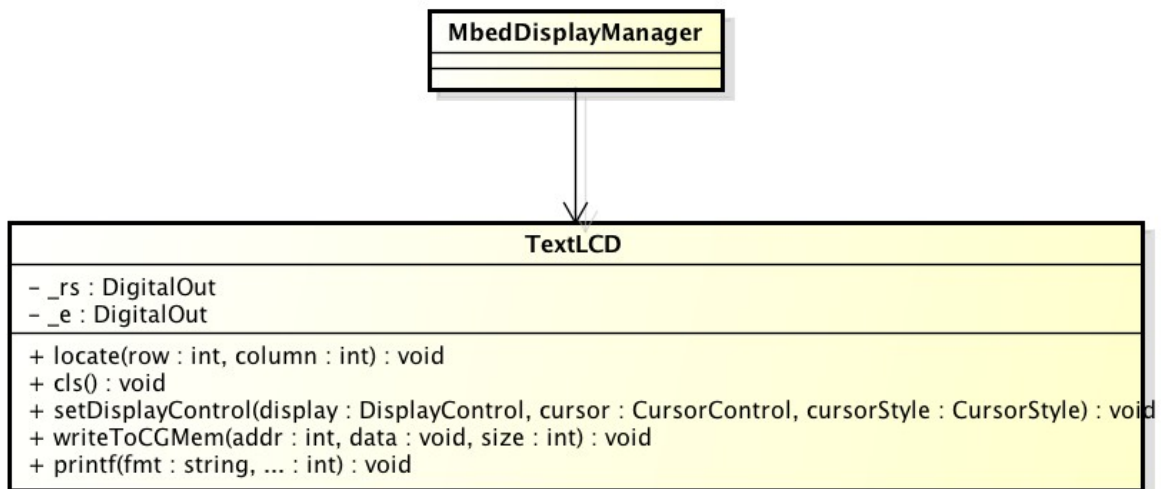


pkg



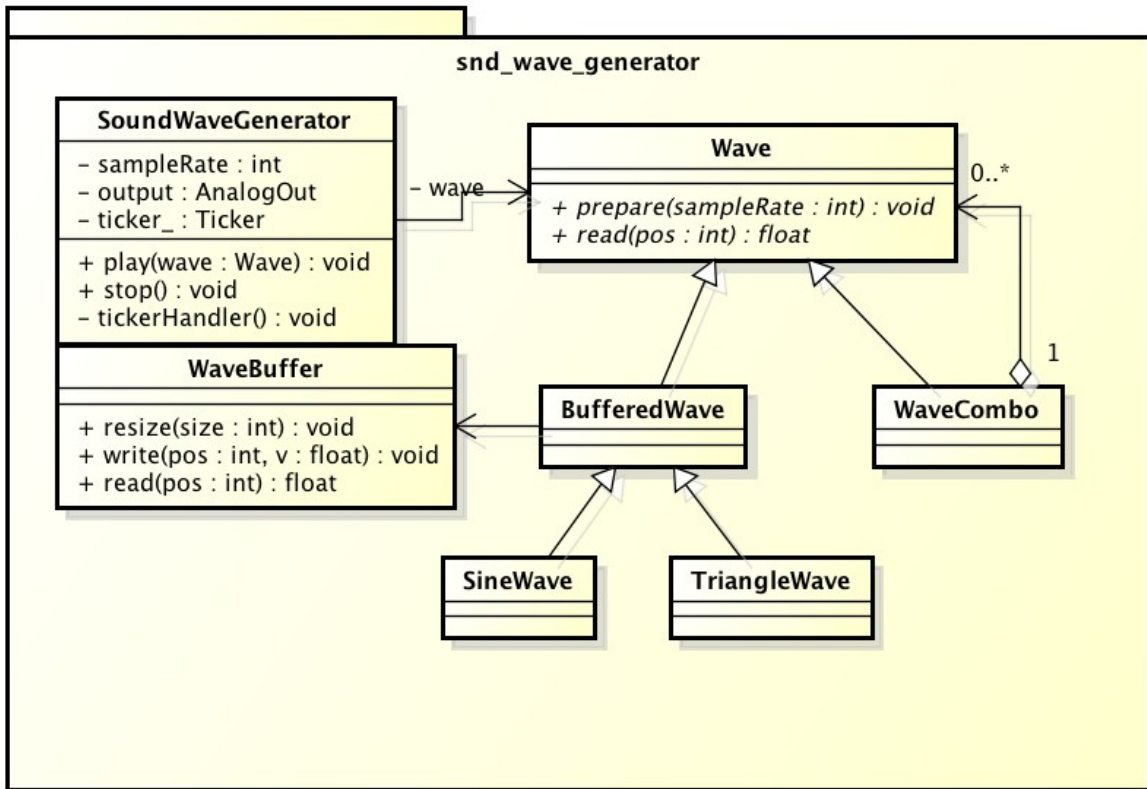
powered by astah

pkg



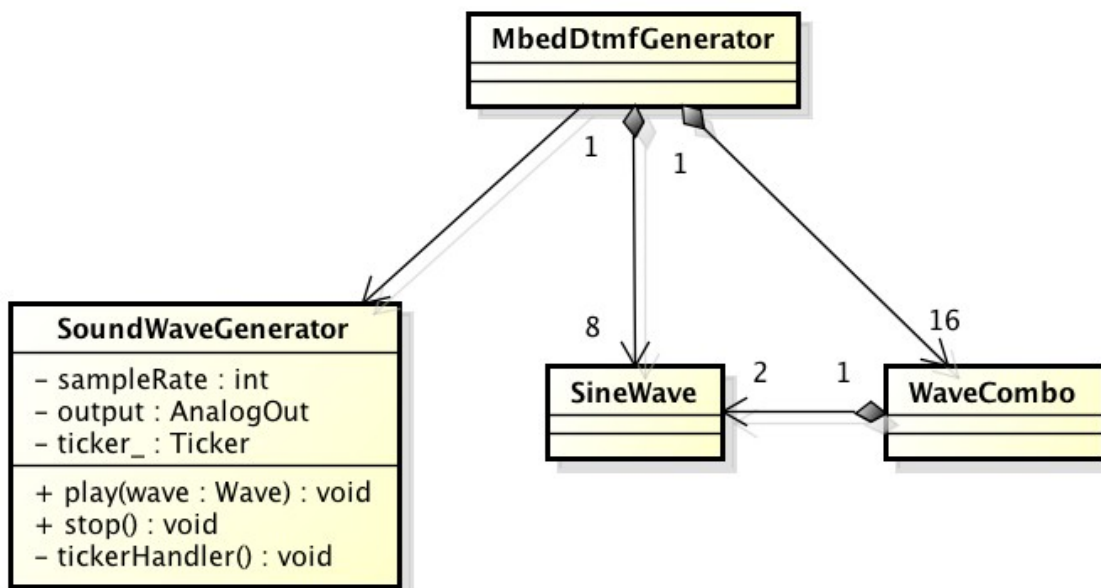
powered by astah

pkg



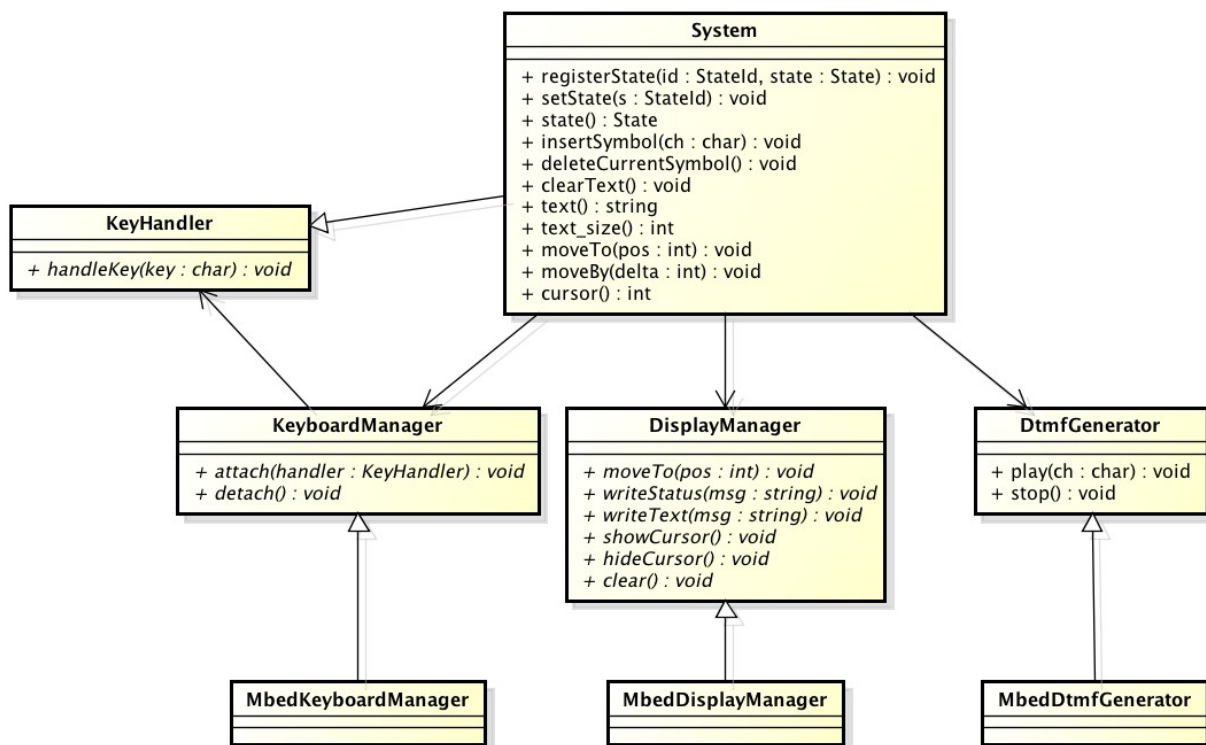
powered by astah

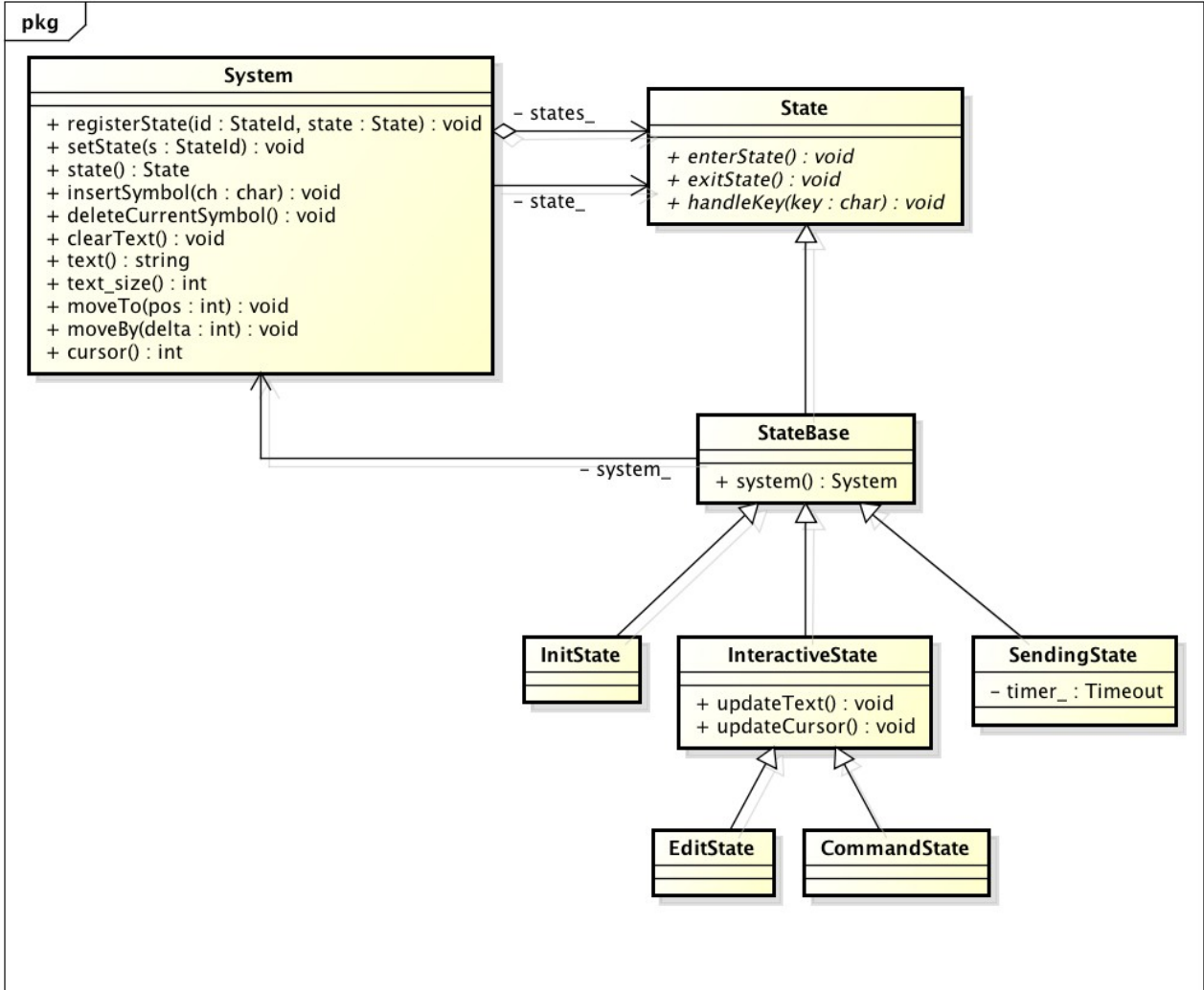
pkg

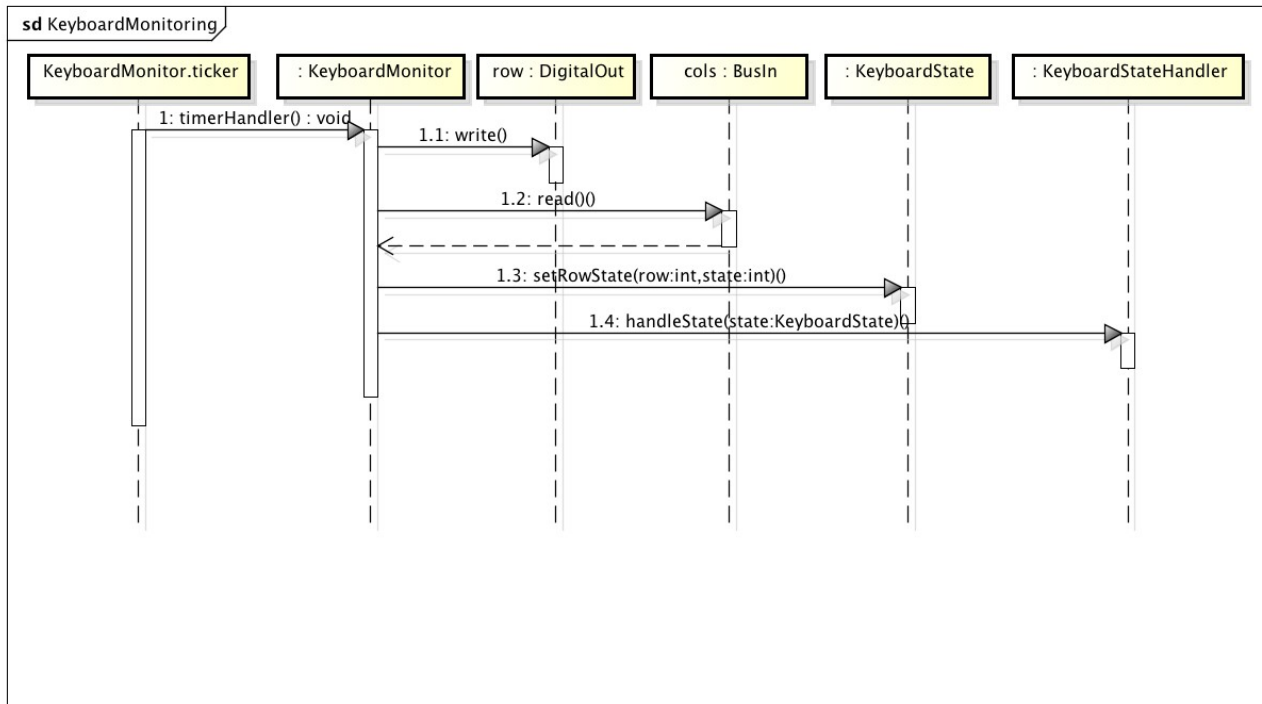


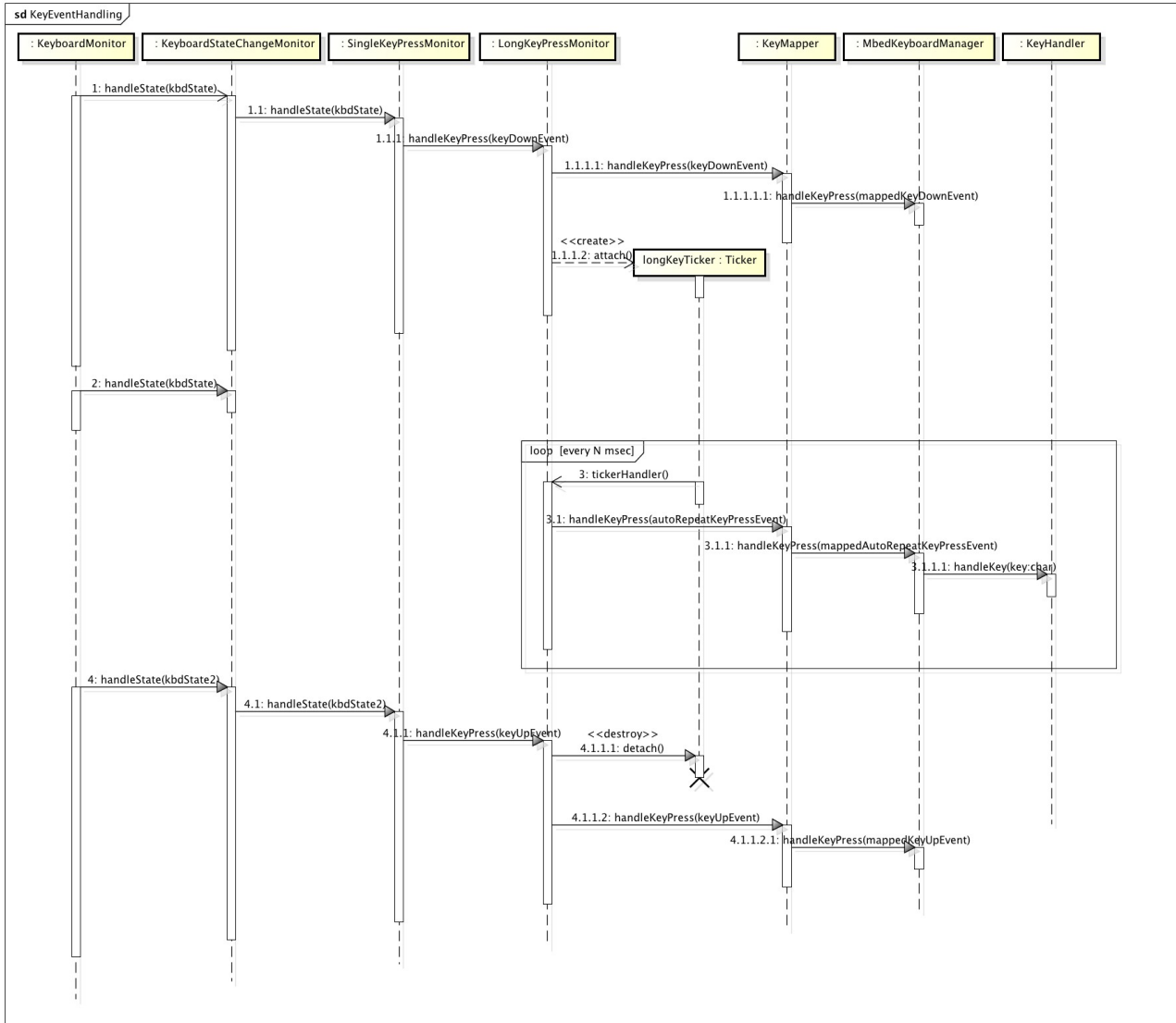
powered by astah

pkg









sd SequenceEditing

